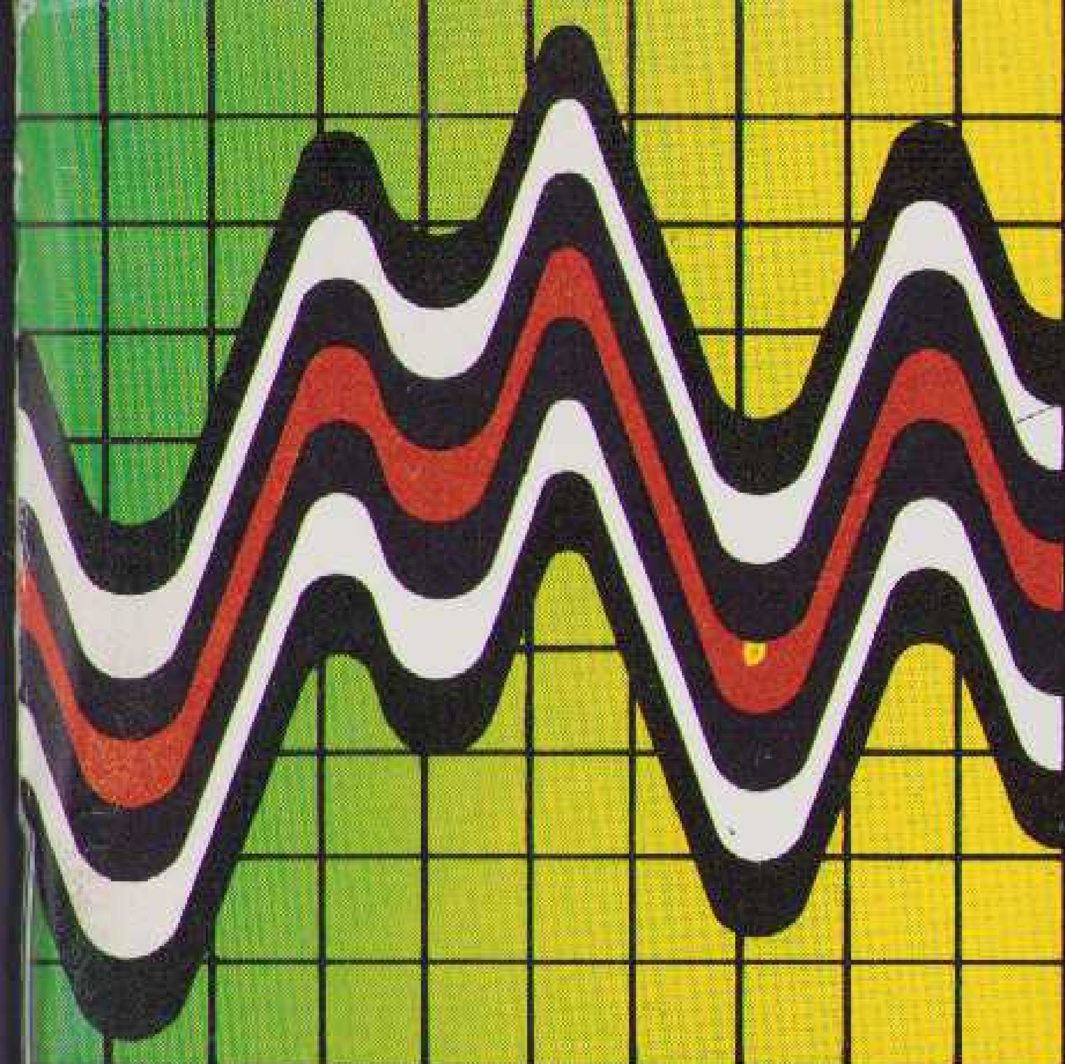


informa tronica

informa tronica®

Voorheen Electronica Top Internationaal

8e Jaargang nr.9
Oktober 1983
F5,75/Bfr.105

Robotica voor iedereen

De muis: een hardware-beschrijving

Listings: studie van gelijkstroom-machines

Interface technieken

De FG 7000: frequentie-meter en functie-generator

EEN NANTON PRESS PRODUCTIE

ISSN 0167-7225

Informatronica® (v/h. ETI) - uitgave van:
Uitgeverij NANTON PRESS B.V.
Postbus 93, 3720 AB Bilthoven,
Soestdijkseweg 332 N, 3723 HH Bilthoven.
Bereikbaar maandag t/m vrijdag van
09.00 - 12.30 en van 13.00 - 17.00 uur.
Tel. 030 - 790644*.
Telex 70375 NANTO.
Giro 2256026 t.n.v. Nanton Press B.V.
Rabobank Den Dolder nr. 385.241.127
t.n.v. Nanton Press o.v.v. Informatronica
Kredietbank Brussel: nr. 430-0982931-21
t.n.v. Nanton Press o.v.v. Informatronica
Informatronica verschijnt 11× per jaar,
maandelijks, uitgezonderd augustus.
(Juli/augustus dubbelnummer!)

Hoofd advertentie-exploitatie:
Mevr. N. Kriegsman-van Hoogen.

Advertentieafdeling:
Ton Boers.

Abonnementenafdeling:
Wim van Vredendaal.

Hoofdredactie:
A.H. Kriegsman C.Eng. M.I.E.R.E.

Medewerkers:
T. Tijsma, A. van Vlijmen, Ir. A. de Bok,
P. Hanraets, Ton Boers.

Vormgeving en Productie:
Peter Peters,
Rudy Andoetoe (eind-coördinatie).

Distributie losse verkoop:
Voor Nederland:
Beta Press, Gilze (N.B.), tel: 01615 - 2900.
Voor België: Persagentschap, Brussel,
Klein Eilandstraat 1, Brussel.

Druk:
Drukkerij Atlas, Soest.

Abonnementen:
Een jaarabonnement kost *f* 49,— incl. BTW, en voor België BF 980. Een jaarabonnement gaat in, een maand na binnenkomst van betaling en wordt ieder jaar stilzwijgend verlengd tenzij 3 maanden vóór verstrijken van het lopend abonnementsjaar schriftelijk werd opgezegd. Indien niet anders is overeengekomen, wordt jaarlijks een acceptgirokaart ter betaling van het abonnement toegezonden.

Advertentietarieven:
Op aanvraag.

Adreswijziging en vragen van lezers:
Vragen kunnen alleen worden beantwoord indien ze betrekking hebben op recent gepubliceerde artikelen. Uitsluitend schriftelijke vragen, vergezeld van een geadresseerde en gefrankeerde enveloppe, kunnen worden behandeld. Adreswijziging s.v.p. schriftelijk 6 weken van te voren opgeven met vermelding van het oude adres.

informatronica®

Index Oktober 1983

Achtergronden:

Audio:

Hardware:

Informatie:

Projecten:

Software:

Techniek:

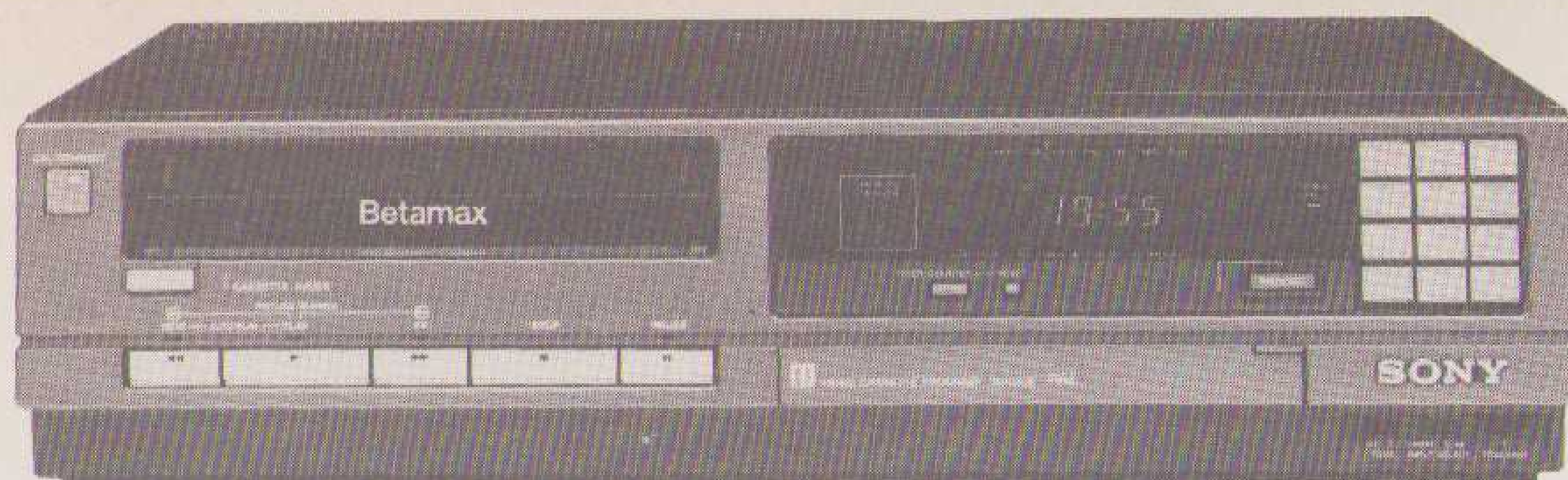
Op het omslag:
De HERO I - Deze robot wordt op de markt gebracht door: Heath Company, Michigan USA.

Van de redactietafel . . . . . .

Deze maand starten wij in deze uitgave met de serie **"Robotica voor iedereen"**. Een heel nieuw gebied in de hedendaagse techniek. In feite ook weer een stukje pionierswerk, want hoevelen zullen nu werkelijk in deze nieuwe techniek — ROBOTICA — geïnteresseerd zijn. Wat zal robotica voor ons in feite gaan betekenen, electronica-geïnteresseerden? Dat zult u vrij snel te weten komen als u dit artikel leest. Het is een zo geweldig boeiend gebied, dat wij hiervan verwachten dat er binnen niet al te lange tijd, net als dat nu reeds in Amerika het geval is, een eigen tijdschrift aan gewijd zal worden. Het omvat eigenlijk meerdere technieken, zoals mechanica, electronica, programmeer-technieken en kennis van de computer en zeker niet in de laatste plaats van informatica. De 'speel-robots', welke thans ook in ons land reeds in diverse soorten worden aangeboden, bieden veel meer dan alleen maar er gezellig mee bezig zijn en de familie te vermaken. Het is een uiterst leerzaam systeem van samengebundelde technieken, die nu in de vorm van ROBOT's ter beschikking komen van studenten, bedrijven en scholen. Hiermee zullen we in staat zijn een groot aantal totaal nieuwe technieken te leren beheersen. De angst die velen voor de komst van robots hebben zal in het algemeen een sociaal aspect hebben; zal de robot werkgelegenheid gaan kosten of juist gaan scheppen? Een realistisch antwoord hierop zal "beide" zijn. Toch zullen wij er niet aan ontkomen om deze nieuwe techniek te gaan beheersen, en dan is het "spelenderwijs" zowel voor de beginner als het bedrijfsleven de meest aangewezen weg. Achter deze speel-robots schuilt een sterk doorgevoerde techniek waaraan vele jaren studie is voorafgegaan. Hoe beweegt een robot zich, hoe voert het instructies uit, wat doet het "zelfstandig' en wat doet een robot als het een obstakel of iets "verkeerds" tegenkomt en hoe merkt een robot zoiets. Hiervoor zijn ingewikkelde programma's nodig en sensoren van hoge kwaliteit. Willen wij de robot ook nog spraak meegeven dan hebben wij weer een andere, ook geavanceerde techniek nodig van de speech-recognition — de spraakherkenning — en spraak-synthesizers. De sensoren kunnen infra-rood werken, sonore of gewoon voelsprieten zijn, optisch of electromagnetisch. Het gebruikte programma kan van eenvoudig gaan tot **"artificial intelligence"** — kunstmatige intelligentie — waarbij hogere programmeertalen zoals o.a. LISP worden toegepast. Kortom, wij staan met de komst van de vele speelrobots aan de vooravond van een heel uitgebreide materie, boeiend en interessant, waarbij wij ons realiseren dat er in ons land nog niet zo veel mensen zijn die hiervoor in de rij staan te dringen.

Wij zullen de komende nummers van INFORMATRONICA iets dikker gaan uitvoeren om in elk geval toch ook voldoende ruimte te houden voor o.a. de veelgevraagde **TECH-TIPS,** electronica-projecten en algemene electronica met daarbij aandacht voor de moderne informatica, in de vorm van een paar introductie-artikelen over de microchip 6502. Dit rond de studie-unit CT-65, waarmee wij de mogelijkheden van deze interessante CPU aan u duidelijk hopen te maken. De CT-65 zal voor velen een echte "eye-opener" zijn op weg naar o.a. meet- en regeltechniek met deze chip. Ook zullen wij in de komende maanden verder gaan met de I/O print zoals beschreven in een van onze voorgaande nummers, waar wij nu een AY-3-8912 chip op zullen plaatsen voor het opwekken van allerlei geluiden. Zowel de moeilijk te verkrijgen onderdelen als de print kunt u desgewenst weer via INFORMATRONICA Onderdelenservice bestellen. Heel veel nieuwe dingen dus de komende maanden in Informatronica.

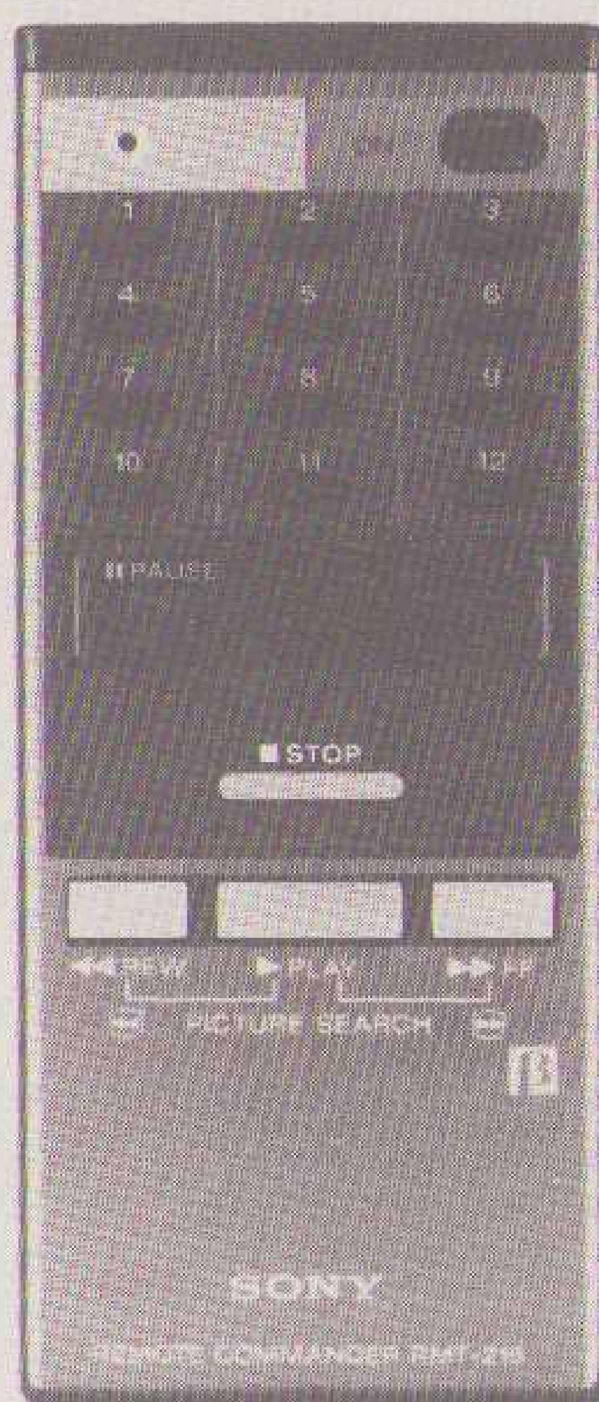
Redactie Informatronica



DE SL-C30 E HET NIEUWE BETAMAX GEZICHT VAN SONY

Sony introduceert haar nieuwe Betamax-gezicht, de *SL-C30 E.* Een unieke, frontloading videorecorder, die niet alleen opvalt door z'n fraaie, zeer compacte vormgeving, maar bovendien door toepassing van volkomen nieuwe technieken, zoals het ***Skip Scan-systeem,*** waardoor bij snelspoelen op 30-voudige snelheid het beeld zichtbaar is. Bij deze recorder, met alle mogelijkheden zoals picture search in kleur, stilstaand beeld, zeer eenvoudig in te stellen stap-voor-stap timer en 12 kanalen, wordt een infrarood afstandsbediening standaard meegeleverd.
De SL-C30 E is leverbaar in de kleuren antraciet en zilver. Eind van dit jaar zal een wat uitgebreidere versie van de SL-C30 E worden geïntroduceerd, de SL-C33 E, uitgerust met een S-band tuner en 30 kanalen.

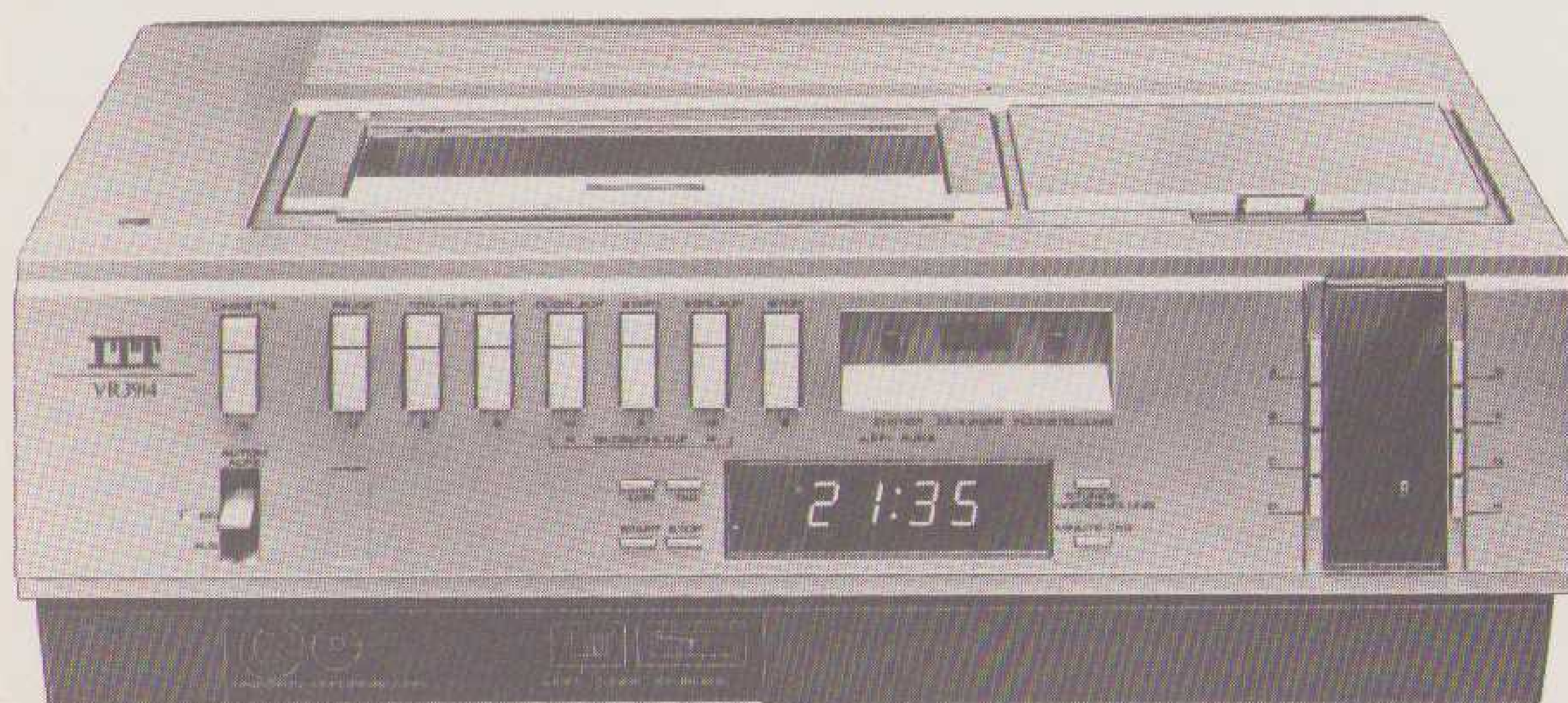
BRANDSTEDER ELECTRONICS B.V.
Postbus 1
1170 AA Badhoevedorp.
Tel. 02968 - 81911.



ITT VIDEORECORDERS NU OOK IN VHS

Naast het bestaande assortiment videorecorders met het Video 2000 systeem introduceert *ITT* nu ook een compleet gamma VHS videorecorders. De nieuwe VHS modellen met Oscar omvatten: *de ITT VR 3914,* tot 4 uur opname, timer voor automatisch opnemen binnen 10 dagen, geheugen voor 12 progr. (zonder Oscar 8 progr.), stopfunctie met zichtbaar beeld, shuttle search, afstandsbediening mogelijk. *De ITT VR 3954,* timer voor 8 automatische opnamen binnen 2 weken, geheugen voor 16 progr. (zonder Oscar 12 progr.), infrarood afstandsbediening, slow motion met veranderlijke snelheid, versnelde weergave, stopfunctie met beeld-na-beeld schakeling, shuttle search, electronische montage.
De ITT VR 3994 Stereo, tot 8 uur opname, 4 videokoppen, timer voor 8 automatische opnamen binnen 2 weken, geheugen voor 16 progr. (zonder Oscar 12 progr.), stereo geluidsweergave, infrarood afstandsbediening, slow motion met veranderlijke snelheid, versnelde weergave, stopfunctie met beeld-na-beeld schakeling, shuttle search en electronische montage.

GRAETZ (NEDERLAND) B.V.
Postbus 678,
2003 RR Haarlem.
Tel. 023 - 319022*.



In dit nummer!

ROBOTICA voor iedereen

Inleiding

Op pagina 20 starten wij onze serie ***Robotica voor iedereen,*** *in navolging op de succesvolle serie "Electronica voor iedereen", waarvan inmiddels 2 delen in boekvorm zijn verschenen. Het ligt in de bedoeling om ook deze serie t.z.t. in boekvorm te gaan uitgeven. De serie zal zeker 14 tot 16 delen gaan vormen en algemene interessante informatie gaan geven omtrent de* ***ROBOTICA.*** *Uitgegaan is van de zeer uitgebreide handleiding welke bij de onlangs geïntroduceerde robot genaamd* ***HERO I,*** *wordt geleverd. Deze robot wordt op de markt gebracht door* ***Heath Company, Michigan USA*** *en heeft wereldwijd al heel wat publiciteit getrokken. Het is dan ook een van de eerste hobbycomputers welke een veel serieuzer doel nastreeft, nl. een studie object te zijn voor scholen en voor de industrie. Uiteraard zullen wij aan deze robot dan ook speciale aandacht besteden, doch ook tal van andere, ook iets minder dure robots worden in deze uitgebreide serie aan u voorgesteld. De grote robots, de voorvaderen van de HERO I, zullen wij zo hier en daar vermelden om de achtergronden beter te leren kennen, doch in deze serie zullen wij daar niet te uitgebreid op ingaan. Het moet een introductie blijven zodat een ieder die zich privé of beroepsmatig verder wil bekwamen aan deze serie een interessante start kan hebben. Het is de bedoeling dat Informatronica een* ***must*** *wordt voor een ieder die zich met deze materie bezighoudt (of wil gaan bezighouden) en mogelijk zal dit blad daar dan de inspirator toe zijn. Mocht u bijdragen kunnen leveren; dan graag. Ook houden wij ons aanbevolen voor eventuele op- of aanmerkingen, graag schriftelijk, die wij dan mogelijkerwijs in deze serie kunnen verwerken. De hele introductie-robotica staat immers nog in haar kinderschoenen en er zit nog zoveel beweging in, dat wij in de loop der tijd aanpassingen, aanvullingen en uiteraard ook verbeteringen zullen gaan invoeren. Wij hopen dat velen deze serie met belangstelling zullen gaan volgen en zien uiteraard uw reactie graag tegemoet.*

Redactie Informatronica.

OP PAGINA 20!

DE OPA201

Deze interessante monolitische bouwsteen voorziet in een nauwkeurige, laag-vermogen OpAmp met twee schakelbare ingangstrappen en heeft een nauwkeurig gespecificeerde schakelfunctie, die wordt gestuurd door een digitaal TTL signaal. Deze compacte OPA201 heeft de volgende eigenschappen: 100 µV maximale offsetspanning; offsetspanningsdrift t.o.v de temperatuur maximaal 1 µV/°C; 25 nA instelstroom; maximale stoomopname minder dan 500 µA. De OPA201 is eenvoudig in te zetten en werkt als een nauwkeurige OpAmp, die tussen twee paar ingangen kan schakelen. Deze OpAmp is vooral op zijn plaats in instrumentatie en data acquisitie systeemtoepassingen. Toepassingen zijn te vinden in analoge signaalverwerking van automatische testapparatuur. Een belangrijke toepassing wordt gevonden in automatische nulpuntinstellingsystemen, waarbij de gebruiker het signaal niet langer behoeft te multiplexen of meerdere versterkers en schakelcircuits dient te gebruiken om deze functie te realiseren.

BURR-BROWN INTERNATIONAL B.V.
Postbus 7735,
1117 ZL Schiphol
Tel. 020 - 470590.

DE TRS-80 PC-4 POCKET COMPUTER

Tandy heeft een nieuwe pocket computer geïntroduceerd, de TRS-80 PC-4. Deze bijzonder kleine computer die laag is geprijsd, voorziet in de behoefte aan eenvoudige, makkelijk te programmeren zakcomputers. De TRS-80 PC-4, niet groter dan een gemiddelde calculator, kan in eenvoudig Basic worden geprogrammeerd. Het Basic van de TRS-80 PC-4 omvat 16 commando's, 24 functies en heeft voorts een precisie tot 10 cijfers. Dankzij de Edit en Debug mode is het maken van programma's op deze pocket door iedereen snel te leren. De microprocessor is van een geheel nieuwe type CMOS (VLSI). Het interne werkgeheugen bedraagt 0.5 Kbyte. Dit kan met behulp van een externe module worden uitgebreid tot 1.5 Kbyte. De TRS-80 PC-4 heeft een LCD display met 12 posities waarop zowel hoofd- als kleine letters kunnen worden weergegeven. De PC-4 kan zijn programmatuur zowel horizontaal als verticaal over het display laten *'rollen'*. Het toetsenbord is van het QWERTY type, uitgebreid met extra numerieke toetsen.

TANDY CORPORATION NED.
1017 HM Amsterdam.
Tel. 020 - 264253.

DE PC 203 - 5 DIGIT PROGRAMMEERBARE COUNTER

De PC 203 van *LE Products* is een rond een microprocessor ontworpen *'up-down counter'*, waarvan de uitgangen bestaan uit 3 relais die bij 220V - 5A kunnen schakelen. Bij het bereiken van een geprogrammeerde instelwaarde sluit het daarbij geselecteerde relais gedurende 250 msec. De maximaal 9 instelwaarden kunnen d.m.v. een 12 toets keyboard worden ingegeven, waarbij de uitgang-selectie wordt aangegeven op een apart 0,3" display. De voeding is ingebouwd zodat deze teller op 220V - 50Hz kan worden aangesloten, waarbij vanuit de PC 203 een 12V - 100mA voeding beschikbaar is voor e.v.t. extern aan te sluiten opnemers. Middels een achter het front geplaatste DIL switch is het ingangsfilter te selecteren op een maximale telfrequentie van resp. 30 Hz, 300 Hz of 3000 Hz. Alle ingangen zijn voorzien van schmitt-triggers en opto-isolatoren, zodat een grote storingsongevoeligheid is gewaarborgd. De uitlezing wordt verzorgd door 5 stuks 0,56" LED 7 segment displays met



een hoge lichtopbrengst. De PC 203 wordt geleverd in een standaard DIN 43700 behuizing met een front van 96 x 96 mm en een inbouwdiepte van 140 mm, incl. de benodigde aansluit connector.

TECHMATION ELECTRONICS B.V.
Postbus 9,
4175 ZG Haaften.
Tel. 04189 - 2222.

MATRIX DISPLAYS

Siemens levert matrix displays met complete besturingslogica. De gebruiker hoeft daarmee niet meer zelf te zorgen voor karaktergeheugen, karaktergenerator, multiplex-oscillator en stuurschakelingen. De nieuwe matrix displays zijn opgebouwd als 5 x 7 oplichtende punten (LED) en hebben zowel een CMOS als een bipolaire schakeling. Hierdoor zijn deze displays *'intelligent'* genoeg om 96 getallen en tekens uit de eenvoudige ASCII-code samen te stellen.

SIEMENS NEDERLAND N.V.
Postbus 16068,
2500 BB Den Haag.



DE MM74HC VAN NATIONAL SEMICONDUCTOR

Het nieuwe Silicon Gate Process — een doorbraak in de CMOS technologie — is het resultaat van een consequente door-ontwikkeling van het bestaande P²CMOS proces, dat reeds wordt gebruikt voor de NSC800, MM27C16 en 74PC ondersteuningsfuncties. De nieuwe MM74HC serie zal de bestaande CMOS families dan ook aanvullen, **en niet vervangen.**
De MM74HC biedt u: de snelheid van Low Power Schottky; de microwatt dissipatie van standaard CMOS; uitspreiding van 10 Low Power Schottky ladingen; pin compatibiliteit met equivalente Low Power Schottky device typen; complete familie — er zijn meer dan 100 typen gepland, met inbegrip van enige populaire CD4000 functies; de juiste technologie om te interfacen met toekomstige VLSI, geheugens en MPU's.
Voor meer informatie:

MCATRONICS B.V.
Delftweg 69,
2289 BA Rijswijk.
Tel. 015 - 134940*.

MAGNEETKAARTLEZERS

Magneetkaartlezers vinden een toepassing in (personen of goederen) identificatie, toegangssystemen, point of sale terminals, automaten, recepten voor automatische mengers, machine instellingen en nog vele andere. Het programma bestaat uit low cost *"slide through"* en *"push-pull"* kaartlezers en uit motorgestuurde kaartlezers met schrijfmogelijkheid. Varianten met ingebouwde printer en met molest veilige kaartgleuf zijn eveneens beschikbaar.

RODELCO B.V.
Postbus 296,
2280 AG Rijswijk.
Tel. 070 - 995750.

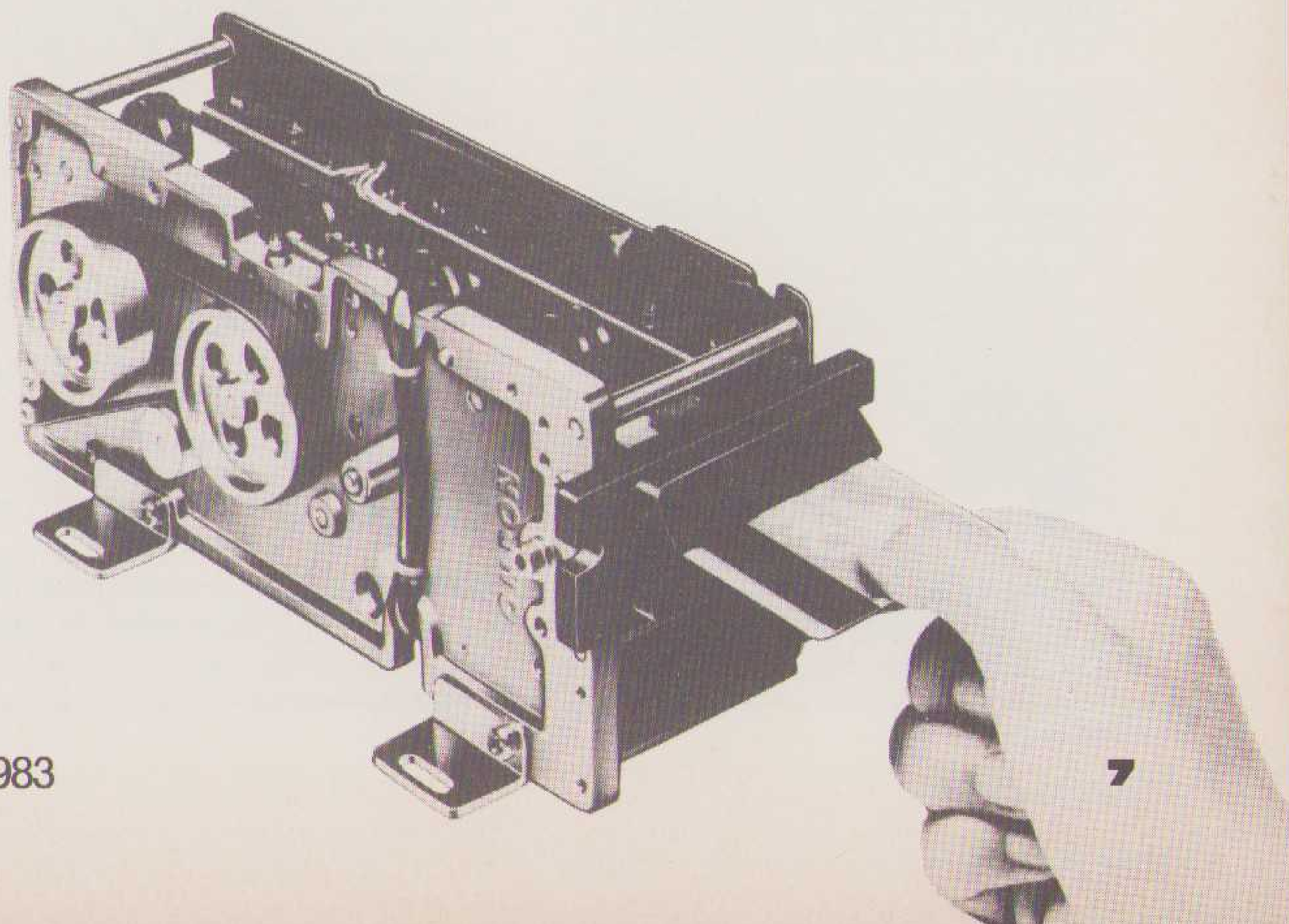
FIELD PROGRAMMABLE LOGIC ARRAY (FPLA)

De bipolaire digitale producten divisie van *Harris Semiconductor* introduceerde onlangs de eerste van een serie programmeerbare logische producten onder de condities van haar Signetics second source licentie overeenkomst. Het Harris onderdeelnummer HPL77153/82S153 is een *"Field Programmable Logic Array (FPLA)"*, dat pin voor pin gelijk is met de Signetics 20 pins 82S153. De FPLA is een asynchroon 20 pins programmeerbaar logisch onderdeel ontworpen voor de vervanging van willekeurige LS-TTL onderdelen. In de meeste toepassingen wordt een gemiddelde van acht LS-TTL circuits vervangen door één FPLA onderdeel. Door de vermindering in het aantal onderdelen kan aanzienlijke board ruimte worden bespaard met verbeterde systeem betrouwbaarheid.

TECHMATION ELECTRONICS B.V.
Postbus 9,
4175 ZG Haaften.
Tel. 04189 - 2222.

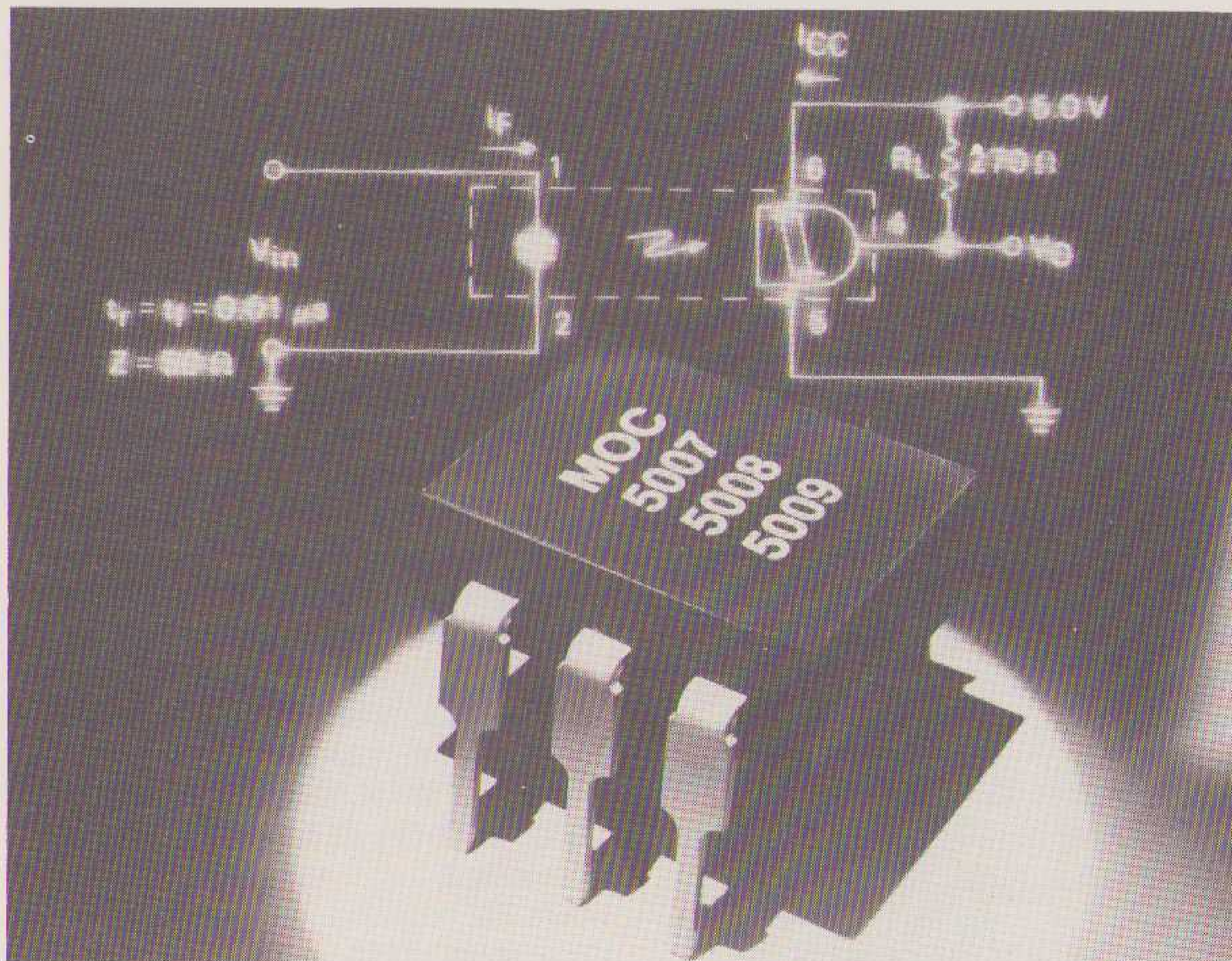
OPTISCH GEKOPPELDE SCHAKELINGEN MET INGEBOUWDE SCHMITT-TRIGGERS

Motorola heeft een lijn infrarode, optisch gekoppelde schakelingen met



Schmitt-trigger uitgangen voor het koppelen van digitale logicaschakelingen in toepassingen, die een hoge graad van electrische isolatie vragen tussen besturingsschakelingen en apparatuur. Door te voorzien in een digitale uitgang, zonder gebruik te maken van spanningvergelijkers **(comparators)** of andere, zich niet op dezelfde chip bevindende pulsflank- ▶ verbeteringsschakelingen, zijn ze bijzonder geschikt als koppelelement tussen computerterminals en andere randapparatuur, evenals voor de digitale besturing van voedingen, motoren en andere servomechanismen.

MOTOROLA B.V.
Maarssenbroeksedijk 37,
3606 AG Maarssen.
Tel. 030 - 443808.



GELUIDDEMPENDE KAPPEN

De geluidsreducerende kap van *Geveke Elektronica* biedt de oplossing tegen geluidsoverlast, veroorzaakt door tekstverwerkingsprinters in kantoren en overige werkruimten. Momenteel zijn er drie soorten geluiddempende kappen: de*"Brilliant Silence"*, een uit aluminium profiel vervaardigde kap en verkrijgbaar in 15 verschillende modellen; de *"Ecoline'*, een van hout gemaakte kap in 4 modellen en de *"Hobby Line"*, een speciaal op de hobbymarkt gerichte kap, die als bouwpakket wordt geleverd.
Een geluidsreductie voor alle drie de modellen is maar liefst 85 tot 90%, door toepassing van een speciaal hiervoor ontworpen antistatisch, geluidsabsorberend kunststof schuim.

GEVEKE ELEKTRONICA B.V.
Postbus 440,
1000 AK Amsterdam.
Tel. 020 - 5822856.



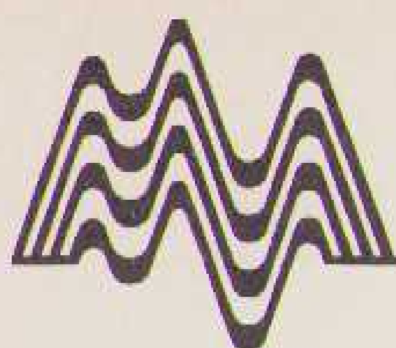
E-T-A COMPACT ELECTRONISCHE DOORSTROOMBEVEILIGINGEN

Deze nieuwe electronische doorstroombeveiligingen — ***SFW 103 en SLW 102*** — kunnen worden ingezet voor het bewaken van resp. lucht, vloeibare en gasvormige media.

Beide typen werken volgens het calorimetrische principe. De stroming wordt volledig electronisch gecontroleerd; bewegende delen komen niet voor, waardoor ook bij vervuilde media een bijzonder grote betrouwbaarheid wordt bereikt. Het doorstroomschakelpunt is over een groot bereik traploos in te stellen. Bij het type SFW 103 kan het schakelpunt tussen 10 mm/sec. en 2 m/sec. worden ingesteld, terwijl het instelbereik van de SLW 102 van 0,8 tot 50 m/sec. loopt. Bij een constante temperatuur en gelijkmatige doorstroomverhoudingen bedraagt de reproduceerbaarheid ± 10% van de ingestelde waarde; de schakelpuntdrift beloopt slechts ± 1,5%/°K. De reactietijd van de beveiligingen ligt, afhankelijk van de doorstroomverandering, tussen de drie en twintig seconden. Als uitgang is een 2A 220V AC/24V DC potentiaalvrij omschakelcontact beschikbaar.

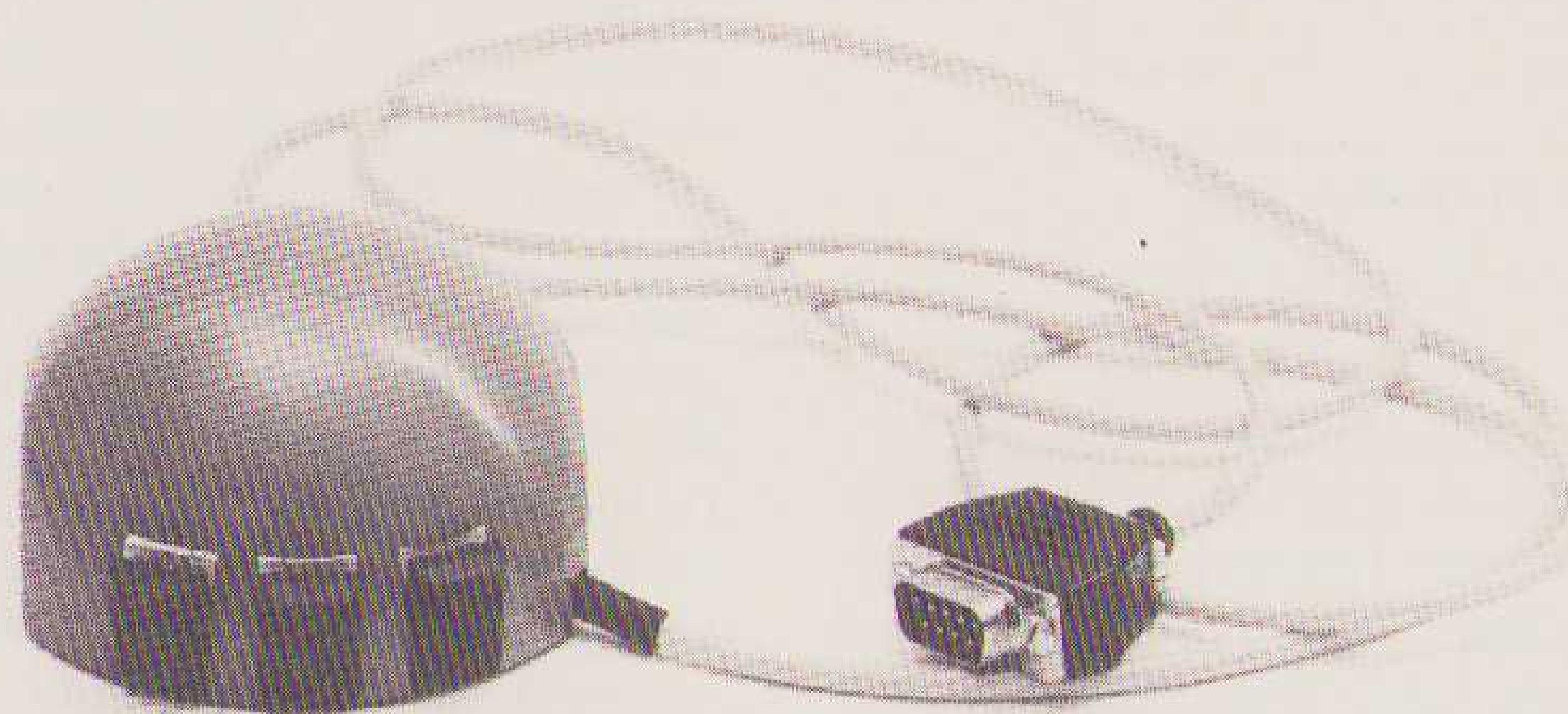
JACS KOOPMAN B.V.
Postbus 150,
3960 BD Wijk bij Duurstede.
Tel. 03435 - 72275.



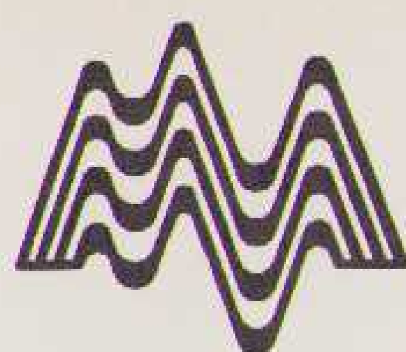


Een hardware-beschrijving van een muis

Muizen, wat zijn dat? Simpel gezegd is het een cursoraanwijzing voor een computer beeldscherm. Bepaald nieuw is deze vinding niet, want reeds in 1961 heeft Doug Englebardt de muis uitgevonden. In de beginperiode was zo'n muis een kostbaar apparaat en hij vond alleen maar toepassing in onderzoekslaboratoria, grafische bedrijven en in systemen met kunstmatige intelligentie. In de tussentijd is de muis geëvolueerd van een simpel analoog geval tot een modern en zeer nauwkeurig digitaal instrument en de prijs is sterk gedaald.



Een muis vormt steeds meer een "gewoon" onderdeel van een computerpakket, zoals bijvoorbeeld de Star van Xerox en de Lisa van Apple. Een muis lijkt inderdaad een beetje op het knaagdier met dezelfde naam: het is een klein kastje dat eenvoudig in de hand ligt en dat via een snoer, de staart dus, met de computer is verbonden. De meeste muizen hebben drie knoppen op hun lichaam. Dat zijn voorgeprogrammeerde knoppen voor het regelen van verschillende bewerkingen van de gegevens op het scherm. Wanneer de muis over een plat oppervlak wordt bewogen, registreert de ingebouwde electronica heel nauwkeurig deze bewegingen, die in cursorbewegingen op het beeldscherm worden vertaald. De cursorbewegingen zijn hierdoor niet tot twee richtingen beperkt, de cursor kan alle kanten uitdraaien. De muis heeft ten opzichte van andere cursorbewegingen een paar interessante voordelen. Een muis hoeft in tegenstelling tot een lichtpen niet apart opgepakt en weer neergelegd te worden, hij ligt namelijk al en hij blijft liggen. De gebruiker hoeft zijn aandacht niet meer te verdelen over het scherm en cursor besturingstoetsen op het toetsenbord. Na een beetje oefening zal men merken dat men net zo snel kan werken met een muis als men het object met de vinger kan aanwijzen. Er bestaan een aantal verschillende soorten muziek van verschillende fabrikanten en we lezen er tegenwoordig steeds meer over. Erg interessant zou natuurlijk zijn te weten wat er precies in dat kastje zit en hoe het spul zo'n beetje werkt. Vreemd genoeg laat niemand zich daar erg nauwkeurig over uit. Alleen van de Zwitserse firma ***Logitech*** hebben wij een interessante hardware beschrij-



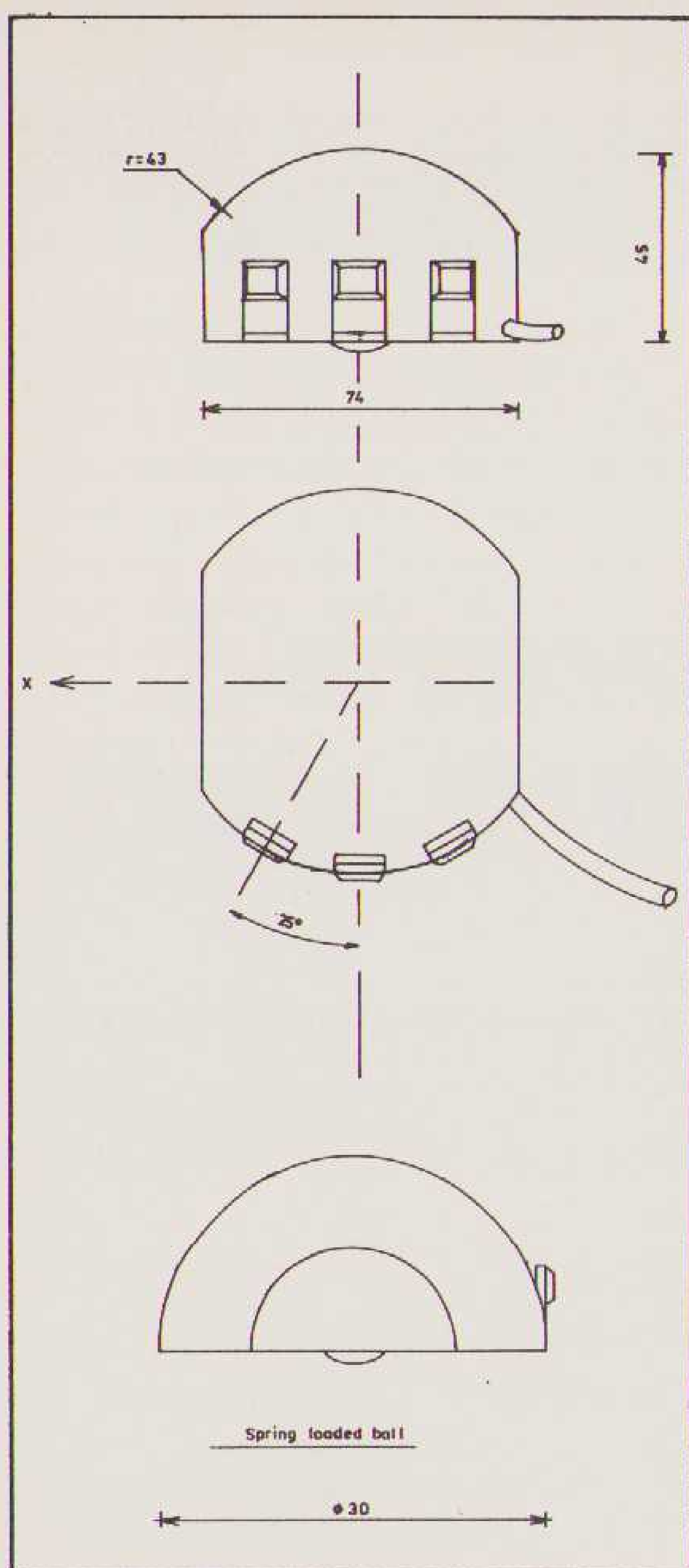


Fig.1. De uitwendige vorm.

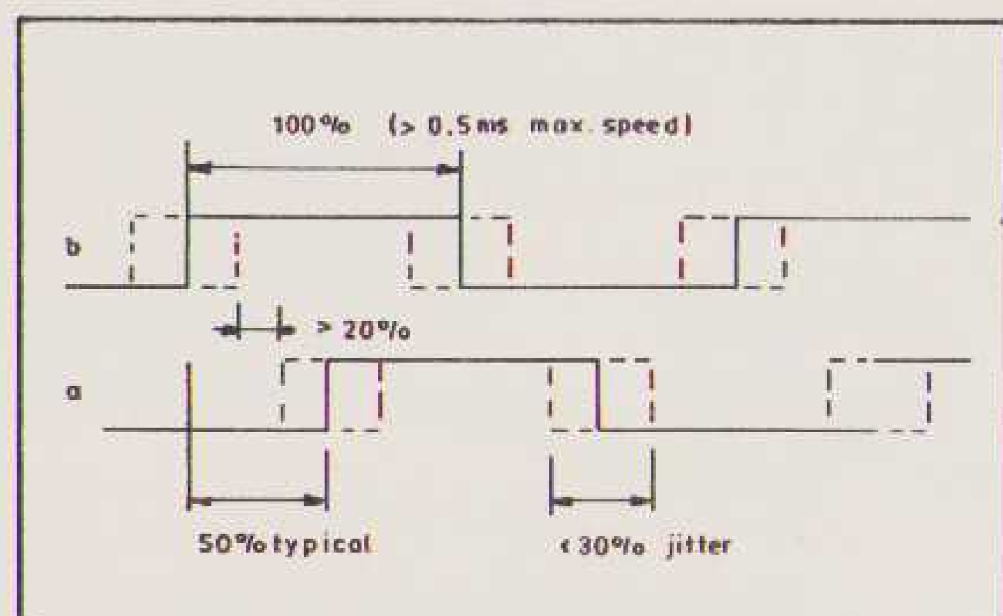


Fig.2. Tijddiagram van de uitgangs signalen.

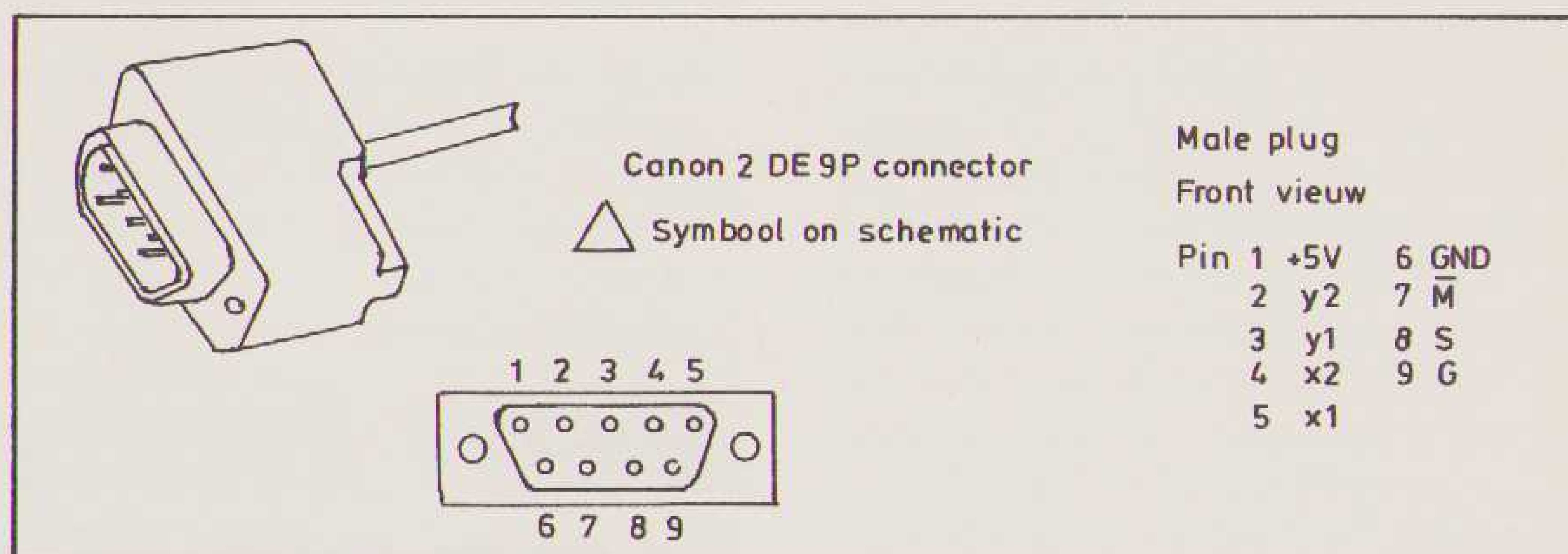


Fig.3. Standaard steker van de P-4.

ving gevonden van drie van hun muizen, de ***P-4, H-4 en de R-4.*** Deze beschrijving willen we u niet onthouden.

Algemene beschrijving

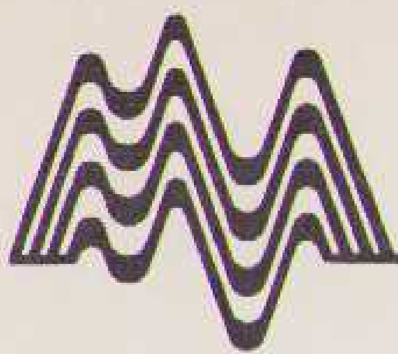
De muis nummer 4 is de vierde telg uit een serie producten waar Logitech in 1973 mee is gestart. Ten opzichte van de vorige modellen is de prijs lager, de ergonomische vormgeving is beter en de prestaties liggen op een hoger peil. Er bestaan twee modellen, de P-4 met een parallelle interface en de H-4 die een serieel signaal produceert. De R-4 is het nieuwste model met een RS-232 interface. Deze muizen zijn ontwikkeld door het Zwitserse Staatsinstituut voor Techniek ***(Laboratoire de Micro-informatique).*** Er zijn meer dan 50 prototypen gebouwd en de industriële productie begon eerst in het begin van 1982. De muis is halfbolvormig van vorm, met een diameter van 85 mm en ligt bijzonder goed in de hand. De drie middelste vingers van de hand liggen gemakkelijk op de drie toetsen, terwijl de duim en de pink de muis voortbewegen. Het indrukken van een toets is voelbaar en door de manier van vasthouden van de muis kan hij niet wegschuiven wanneer er een toets wordt ingedrukt. Wanneer de muis bijvoorbeeld over een tafeloppervlak wordt gerold, draait er een stalen kogel mee, die een diameter heeft van ca. 20 mm. De draaiing wordt ontbonden in twee loodrecht op elkaar staande assen. Voor iedere as wordt een bloksignaal opgewekt en de twee bloksignalen staan ten opzichte van elkaar 90 graden uit fase. Bij iedere voortbeweging worden er **15 pulsen per millimeter** opgewekt. Bij de maximale snelheid waarmee de hand de muis kan voorbewegen worden per seconde ongeveer 1000 pulsen van 1 ms opgewekt. Doorgaans wordt de muis zo gehouden dat de X-as evenwijdig loopt met de hoofdas van het polsgewricht, maar de gebruiker moet voor zichzelf maar een gemakkelijke positie uitmaken. De Y-as staat loodrecht op de X-as. Als de 15 pulsen per millimeter voor standaard toepassingen een beetje teveel van het goede is, kan dit aantal natuurlijk op eenvoudige wijze via software of hardware verminderd worden. Het opwekken van de signalen geschiedt door zeer nauwkeurig gefabriceerde optische schijfjes, fototransistoren en Schmitt-triggers. Op de standaardmuis, de P-4, voeren 4 draden de pulsen naar buiten toe via een 9-aderige kabel. Via deze kabel lopen ook de signalen van de drie schakelaars, de voeding *(+5 V, ±10%)* en aarde. De muis H-4 schuift de 7-bits informatie door naar een 5-aderige kabel, waar ook de voedingsdraden in verwerkt zijn. De stroomconsumptie bedraagt 40 mA. Alle signalen zijn TTL en CMOS compatible.

De muis P-4

Standaard wordt de P-4 met een Canon 2DE 9-pens steker geleverd en een 'staart' (stuk snoer) van 80 cm. Het schema van de P-4 muis staat in ***figuur 4.*** Bij het indrukken van een van de toetsen wordt de corresponderende uitgang LAAG. De drie schakelaars kunnen rechtstreeks op een parallelle poort worden gelezen, die door een software routine wordt uitgelezen. Wanneer er interruptbesturing wordt gewenst, kan men een OR-poort met 3 ingangen een interrupt geven bij het indrukken van een van de toetsen ***(zie figuur 5).***
De vier pulslijnen besturen een op/neer teller, die uit hardware of software kan bestaan. Wanneer er een hardware teller wordt gebruikt, moet deze teller regelmatig worden uitgelezen om de nieuwe plaats van de cursor op het scherm te kunnen weergeven. Bij een software teller zal er telkens na het decoderen van een puls een interrupt gegenereerd moeten worden. Het decoderen van de puls kan op verschillende manieren gebeuren, afhankelijk van het gewenste oplossend vermogen.

1 Puls per periode

In ***figuur 6*** staat een simpel schemaatje dat in de meeste gevallen goed zal voldoen bij het gegeven oplossend vermogen van de muis. De



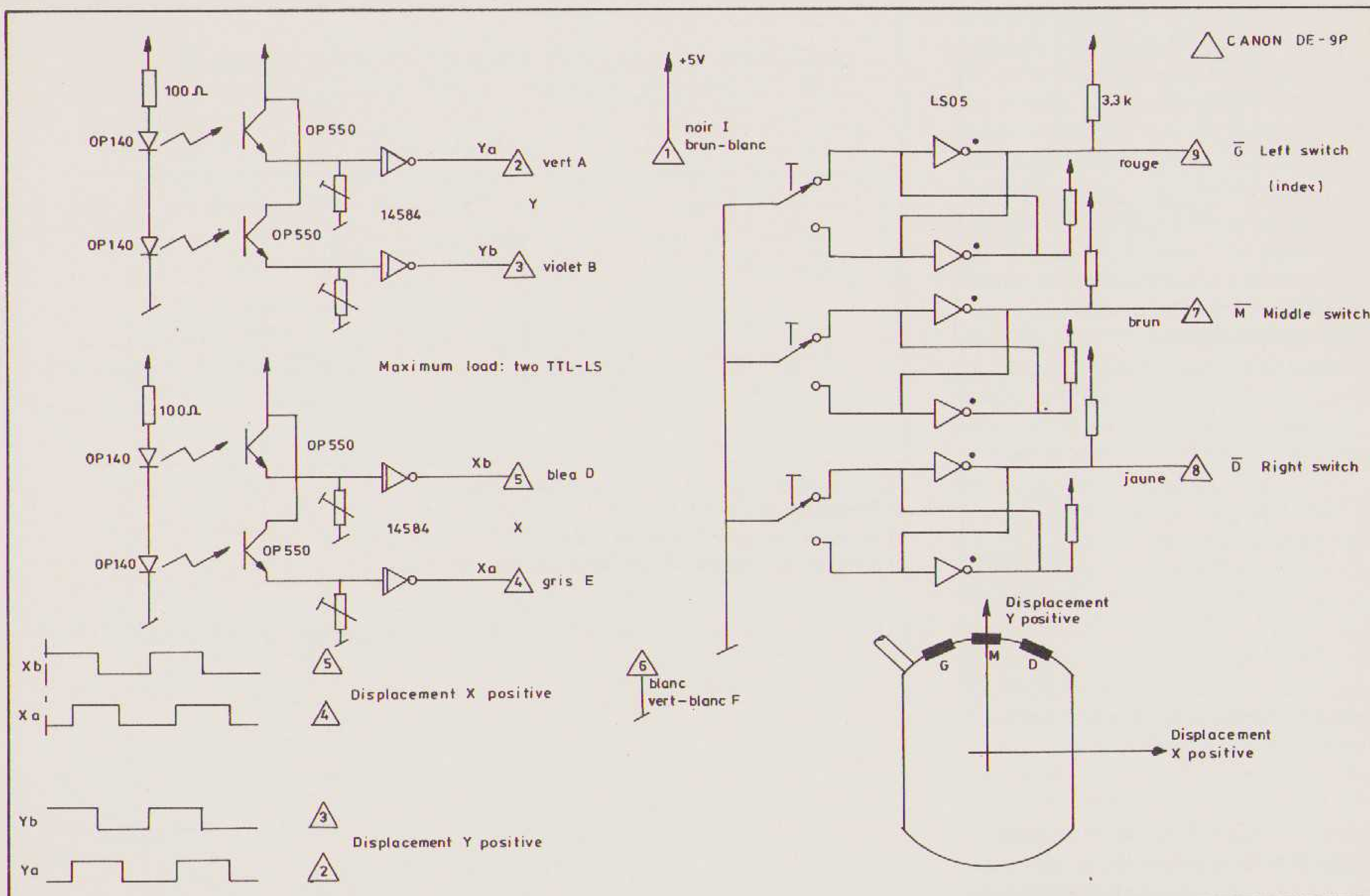


Fig.4. Het schema van de P-4 muis.

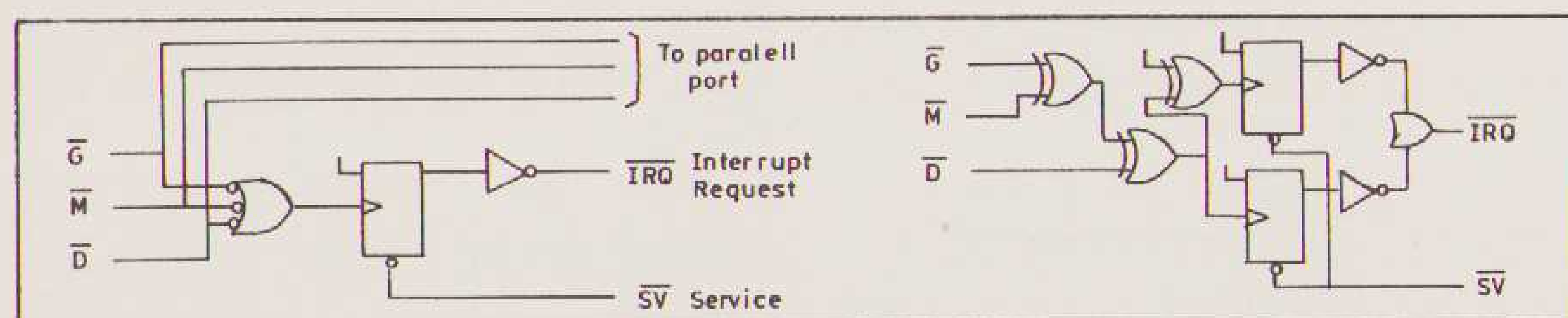
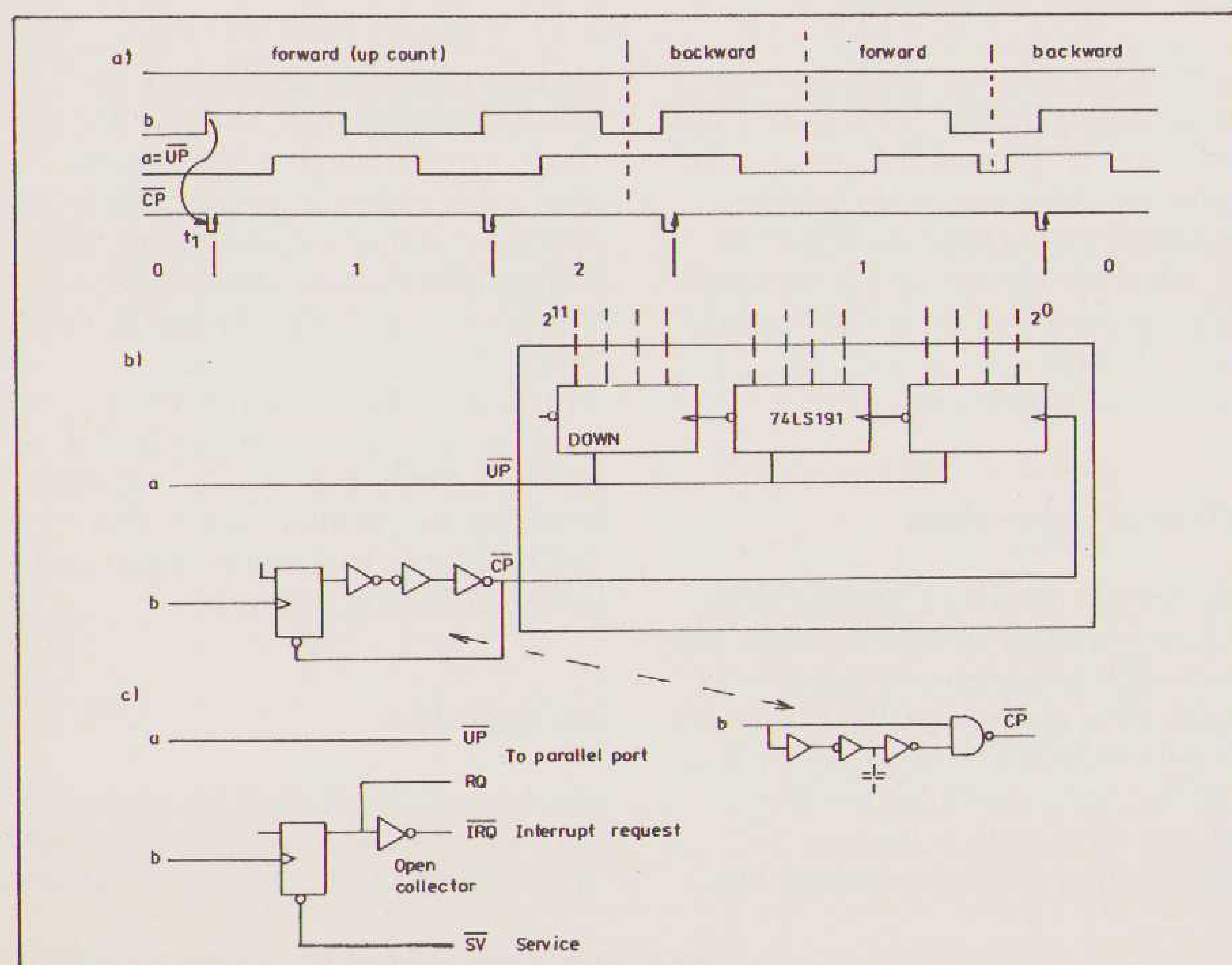
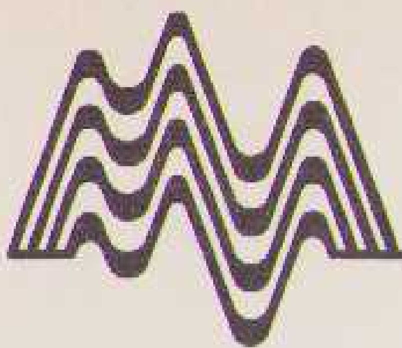


Fig.5. Twee voorbeelden van toetsinterfaces.



richting wordt bepaald uit de waarde van 'b' op het moment dat er een positieve flank optreedt in het signaal 'a' en voor de op/neer tellers wordt er een vertraagde puls opgewekt bij iedere positieve signaalsprong van 'a'. De vertraagde negatieve puls is nodig voor tellers die zijn opgebouwd rond meester-slaaf flip-flops met pulstriggering van het type 74LS190/191. De UP/DOWN toestand van deze tellers mag niet worden veranderd wanneer de klok actief LAAG is. Als de teller door een interrupt routine wordt ververst, kan men twee flip-flops gebruiken als interface ***(zie figuur 6c)***. In een microprocessor systeem vormt de LS697 een betere keuze dan de LS191, omdat de 697 een tristate buffer heeft en een electronische schakelaar ***(figuur 7)***. Een AND-poort onderdrukt de belasting van het register wanneer dit door de microprocessor wordt gelezen, zodat

Links fig.6. Eenvoudige interface voor de P-4 muis.
a) Tijddiagram.
b) Schema van een hardware teller.
c) Schema van interrupts en software tellers.



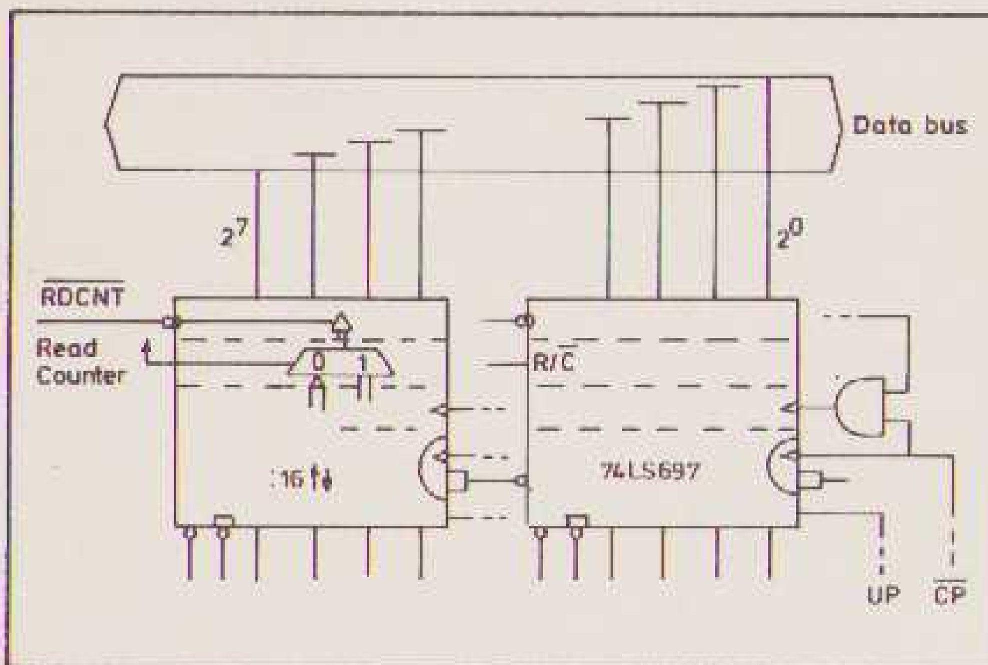


Fig.7. Microprocessor interface met tristate op/neer tellers.

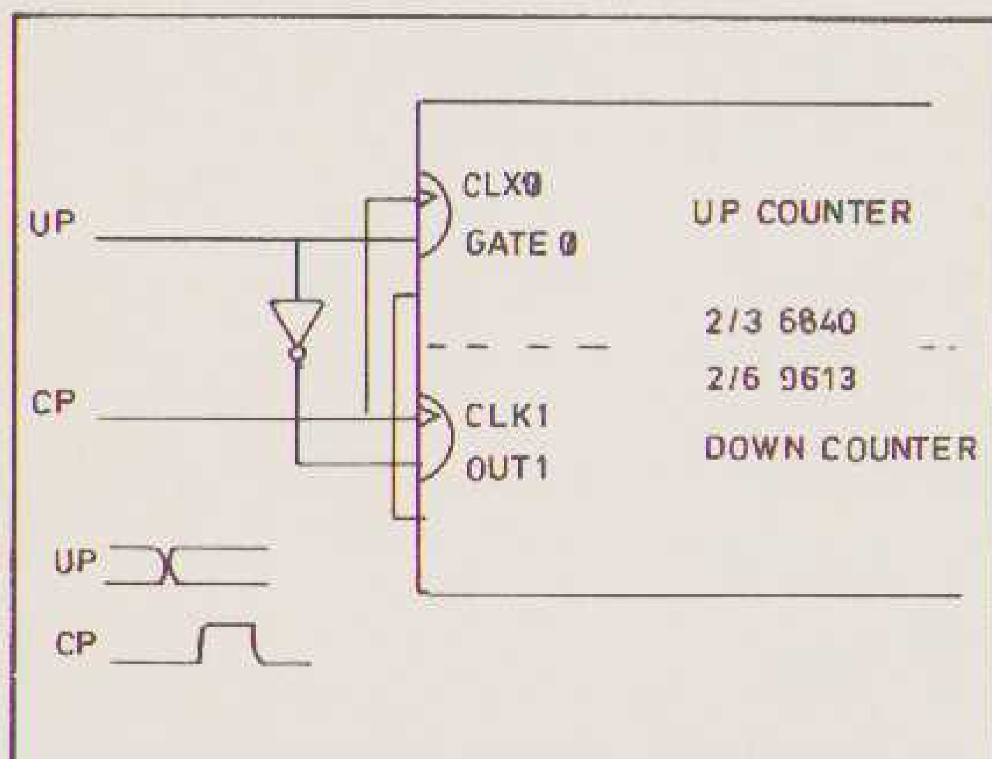


Fig.8. Microprocessor interface met een programmeerbare tijdklok/teller.

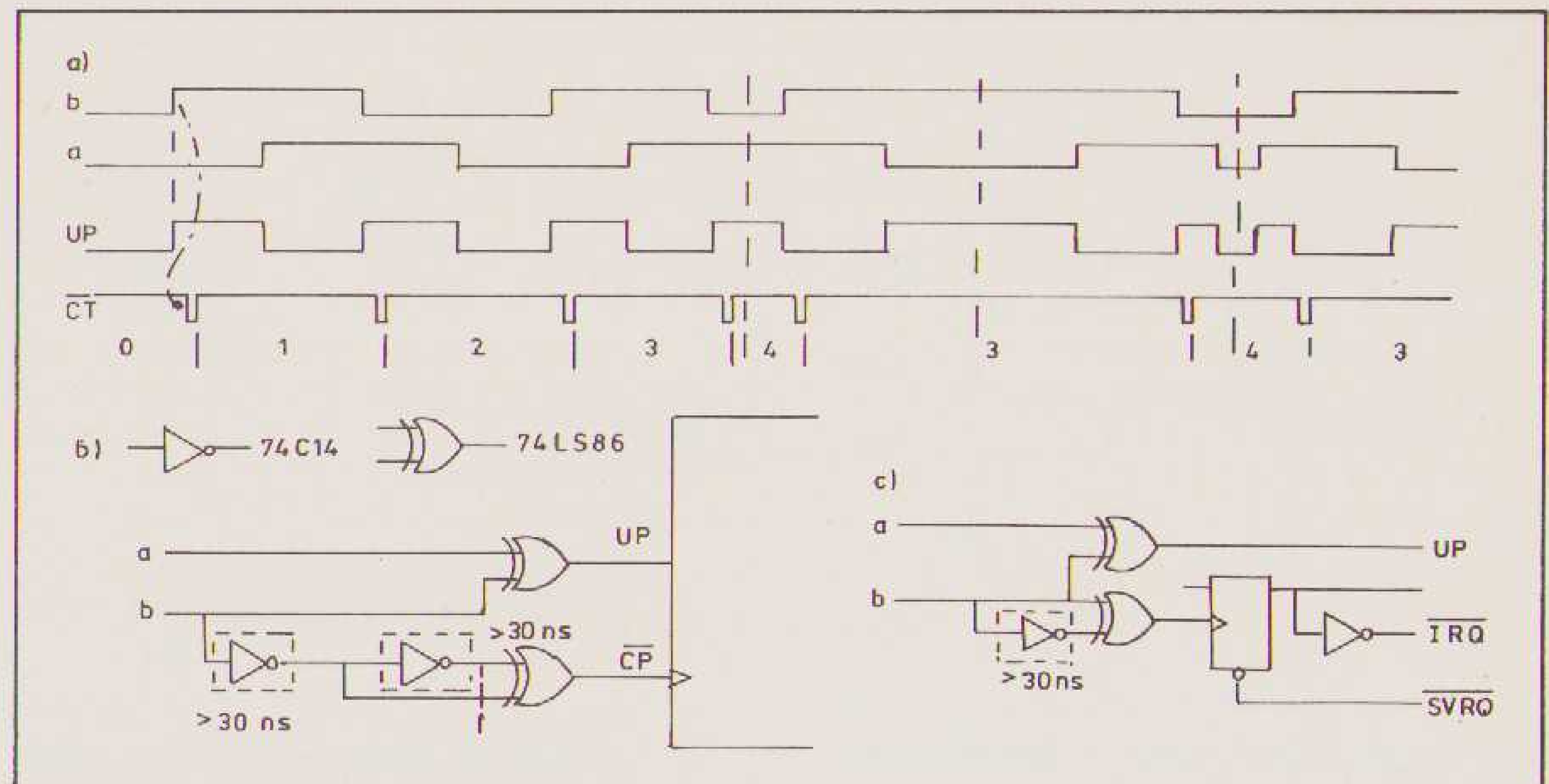


Fig.9. Interface voor 2 optellingen per puls.
a) Tijddiagram.
b) Schema van een hardware teller.
c) Schema van interrupts en software tellers.

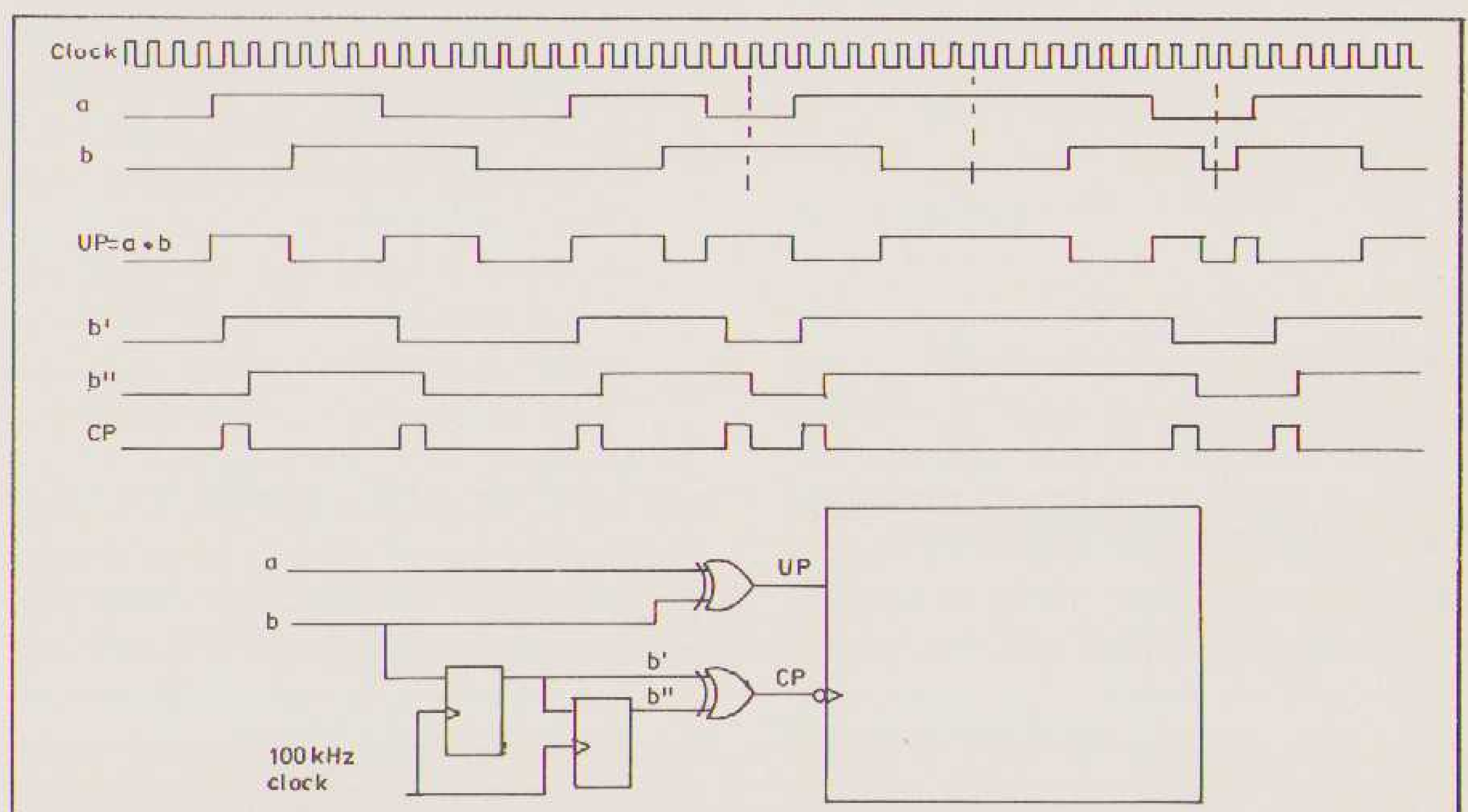


Fig.10. Synchrone interface met twee tellingen per puls.
a) Tijddiagram.
b) Schema van een hardware teller.

tijdens het lezen zich geen enkele toestand kan wijzigen. In de meeste gevallen kunnen we echter beter een programmeerbare tijdklok/teller nemen, zoals de 6840 of de 9513. Er moeten twee kanalen worden gebruikt als we door middel van aftrekken een op/neer teller willen simuleren ***(figuur 8)***. Er kan ook een 8253 worden gebruikt, maar als deze correct moet functioneren, heeft hij nog een continue kloksignaal nodig. In ***figuur 10*** staat een suggestie voor een dergelijke schakeling.

2 Pulsen per periode

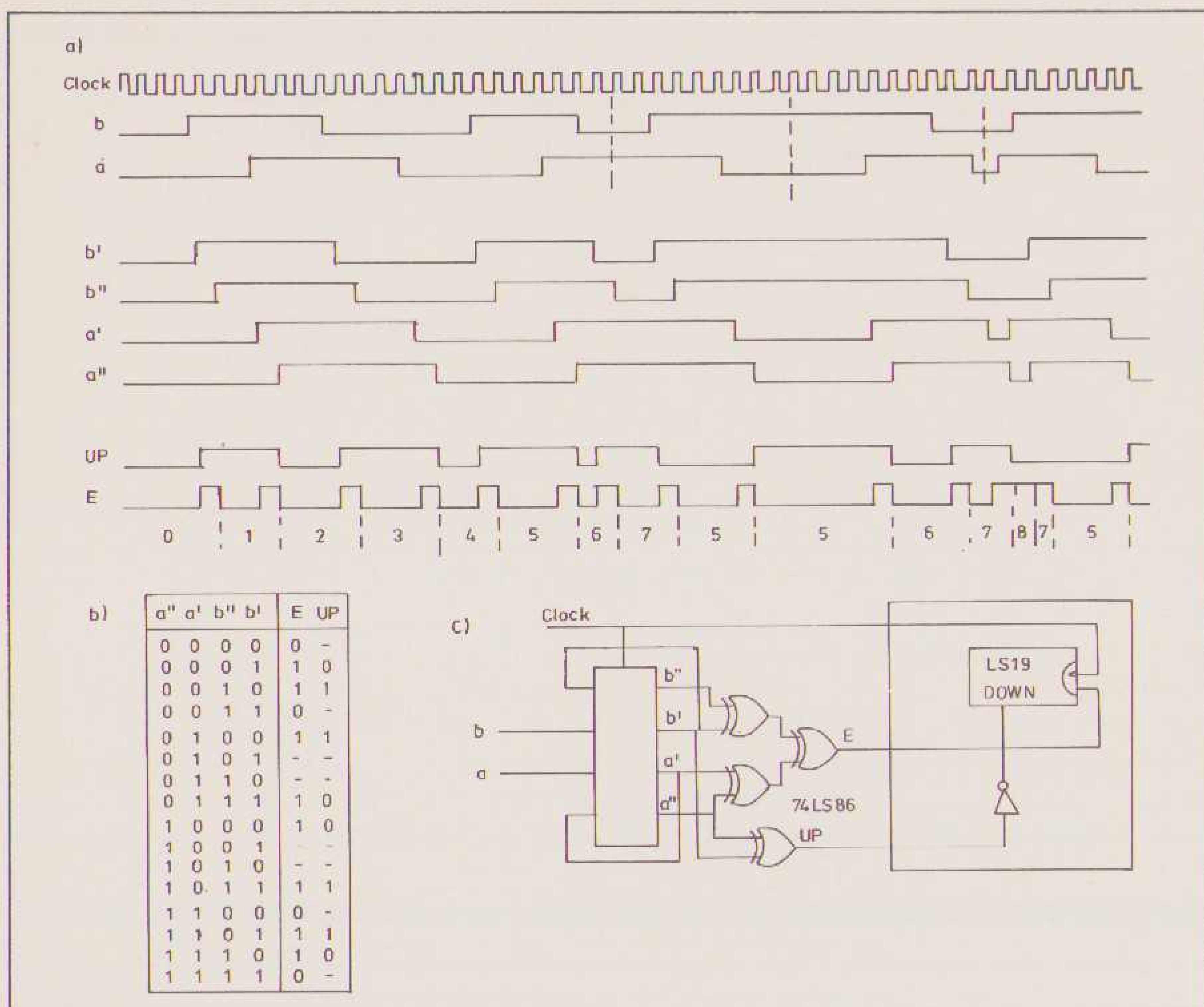
Beide pulsflanken van signaal 'a' kunnen worden gebruikt om het oplossend vermogen te verbeteren. In ***figuur 9*** staat het tijddiagram en een schema. In dit schema hangt het opwekken van pulsen die de juiste duur bezitten, af van de wijze waarop CMOS en TTL signalen met elkaar worden gemengd. Als de hele zaak uit CMOS bestaat of als er een programmeerbare tijdklok wordt gebruikt, dan moeten er nog wat signalen worden vertraagd, dit is in het schema aangegeven met een gestippeld kadertje rond de extra componenten. In ***figuur 10*** zien we een zuiver synchrone oplossing met geklokte flip-flops voor het opwekken van de vertragingen. We lopen daarbij het risico dat er metastabiele toestanden optreden, maar omdat de klokfrequentie vrij laag is (in de buurt van de 100 kHz), kunnen we dit risico wel verwaarlozen. Het is nu niet bepaald een catastrofe als de muis per maand één pulsje kwijt raakt.

4 Pulsen per periode

Het hoogst mogelijke oplossend vermogen bereiken we met 4 pulsen per seconde. Het synchrone schema uit ***figuur 11*** is een generalisatie van het vorige schema. Het register LS174 of LS175 (LS273 voor twee kanalen) genereert vertraagde pulsen die de telsleuven definiëren (vrijzetten van de teller) alsmede de richting. De waarheidstabel staat in ***figuur 11b*** en daarbij wordt aangenomen dat de klok snel genoeg is om de situatie te vermijden dat er in een telsleuf twee overgangen kunnen plaatsvinden. Wanneer de stroomconsumptie minimaal moet zijn, kunnen we een PROM gebruiken, maar hierdoor stijgt de stroomconsumptie en om één IC uit te sparen zouden we dan extra kosten moeten maken. Een PROM of PAL met registers kan een extra schakeling besparen.

De muis H-4

De H-4 muis heeft dezelfde mechanische eigenschappen als de P-4 muis. Het verschil zit hem hierin, dat de 7-



a"	a'	b"	b'	E	UP
0	0	0	0	0	-
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	0	-
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	-	-
0	1	1	0	-	-
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	-	-
1	0	1	0	-	-
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	-
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	-

Fig.11. Schynchrone interface met 4 tellingen per puls.
a) Tijddiagram.
b) Waarheidstabel.
c) Schema.

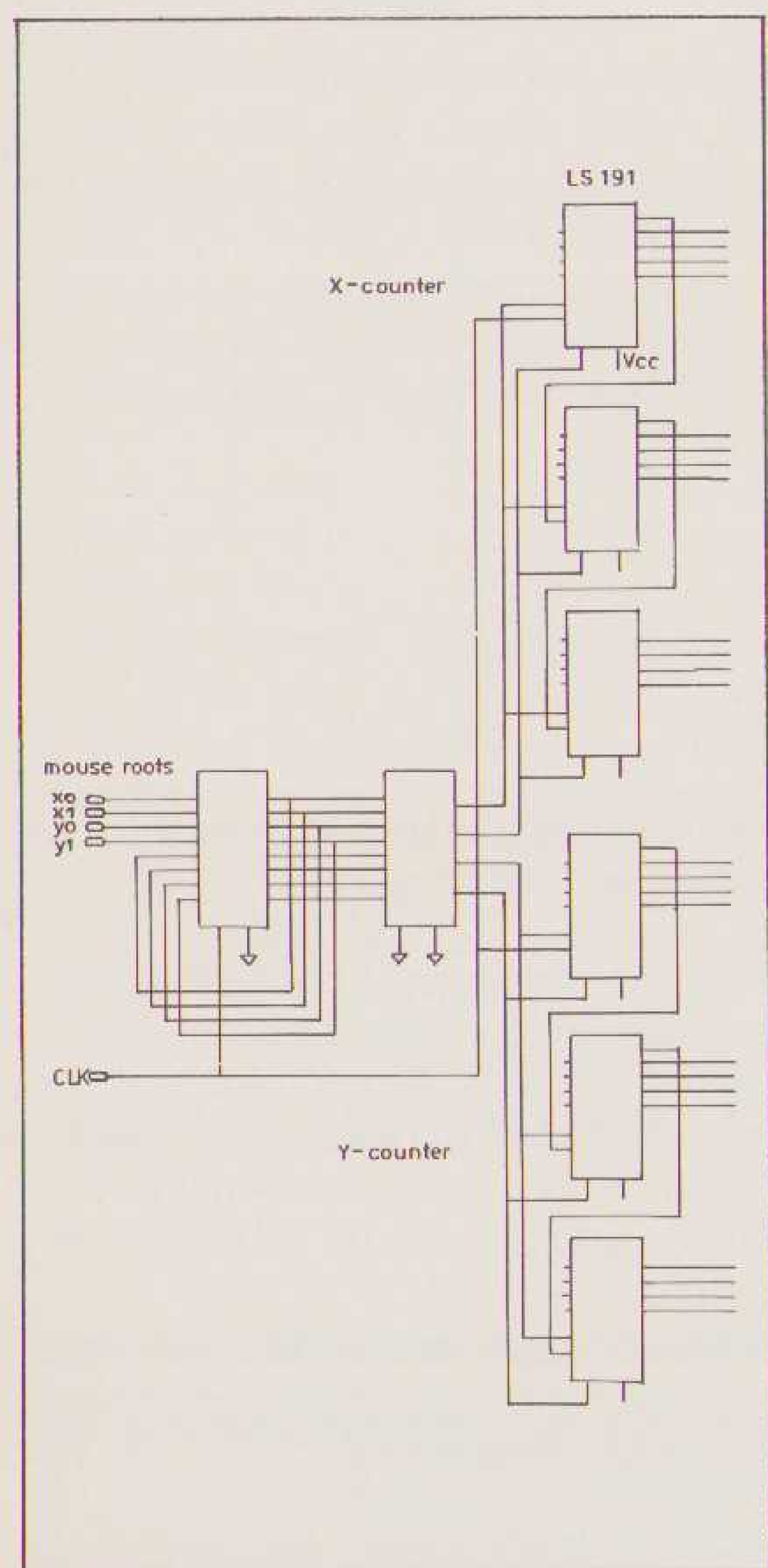


Fig.12. Synchrone interface met een PROM.

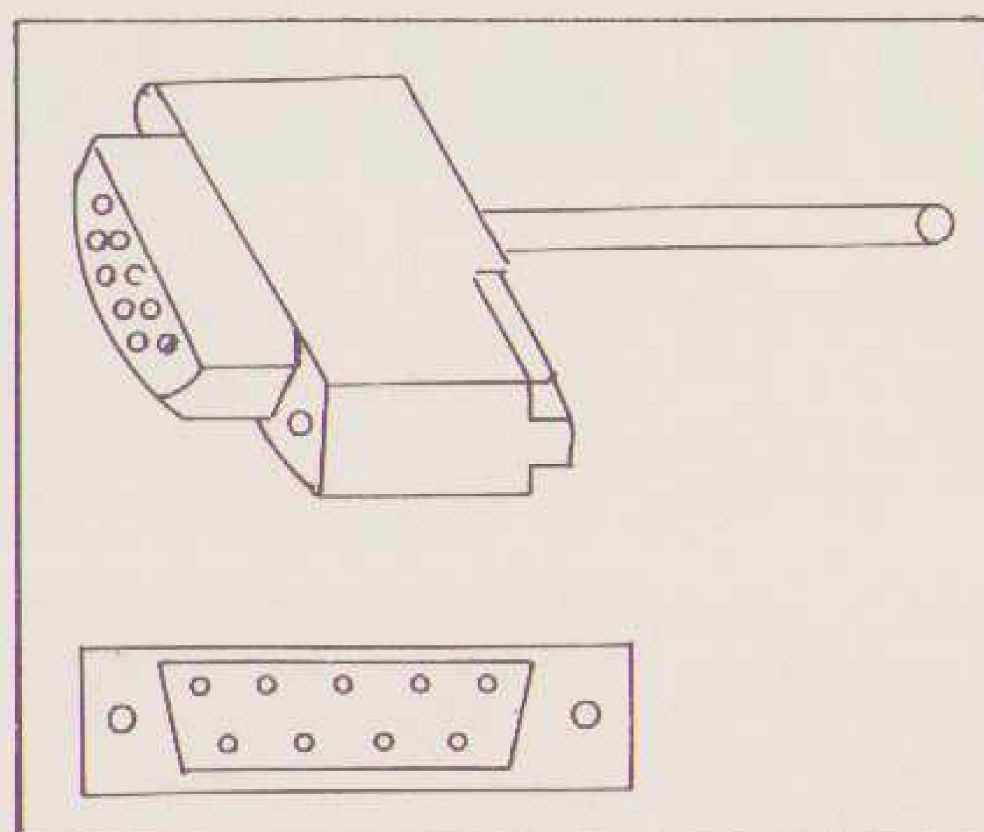


Fig.13. Standaard steker van de H-4 muis.

bits informatie in een simpel schuifregister wordt opgeslagen en deze informatie wordt er serieel uitgeschoven. Twee tijdsignalen (CP voor de klokpuls en LD voor de laadpuls) bepalen de schuiffrequentie en het om de 8- of 7 klokpulsen inladen van nieuwe informatie. Het volledige schema staat in ***figuur 14.*** Merk op dat de schakelaars niet ontdenderd zijn. Als de schuiffrequentie groter is dan 10 kHz, loopt men het risico dat er tijdens het schuiven wat stoorsignalen ontstaan. Indien het positioneren van de muis zeer snel moet geschieden, dan mag de schuiffrequentie weer niet te laag zijn. Deze H-4 muis heeft een schuifregister interface. Het doel hiervan is besparen op kabels en het aantal aansluitpennen. Met behulp van een ander schuifregister kan de informatie weer parallel worden gemaakt en richtingbepaling en -detectie kunnen gelijktijdig plaatsvinden. In ***figuur 15*** staat een serieel-naar-parallel interface. Een oscillator wekt continue schuifpulsen op en een gedeeld door 16 teller, geschakeld als gedeeld door 8 teller, genereert om de 8 schuifpulsen een laadpuls. Voor dat doel is een CMOS 4094 schuifregister bijzonder geschikt. Op de parallelle uitgangslijnen van het schuifregister kan men alle schema's voor de parallelle muis P-4 aansluiten ***(zie figuren 5 - 12).*** De seriële interface is duidelijk in het voordeel wanneer er telkens een interrupt gegeven moet worden wanneer het muissignaal verandert. In ***figuur 16*** zien we nog een EX-OR

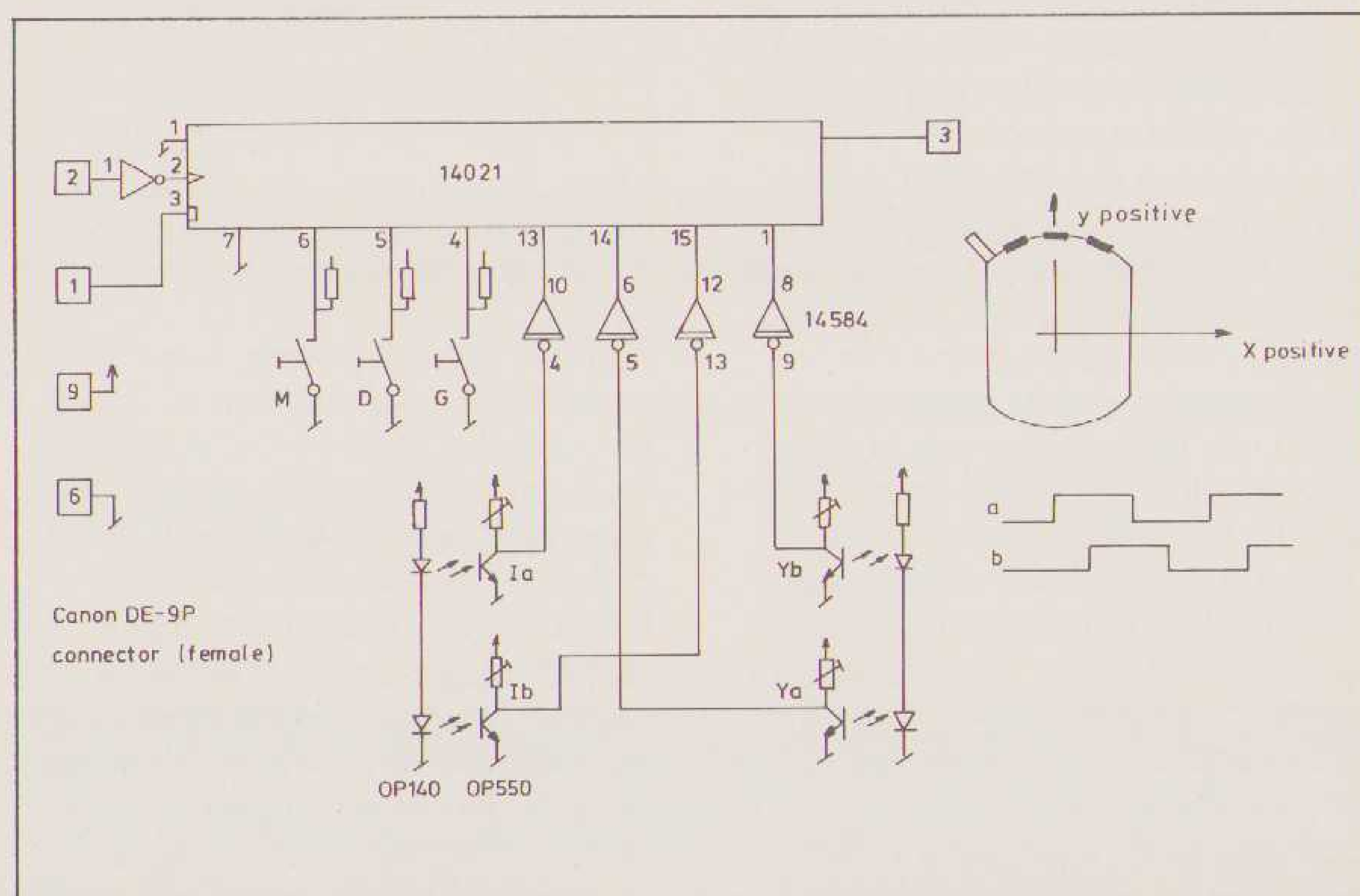


Fig.14. Het schema van de H-4 muis.

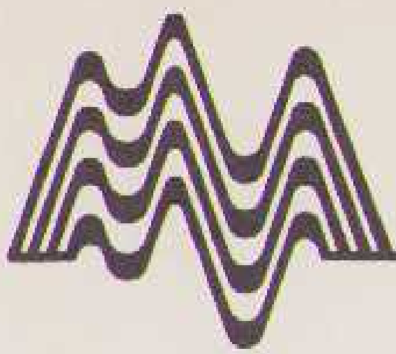
poort die de inkomende 8-bits stroom vergelijkt met de vorige. Als er een verschil tussen zit, wordt er een interrupt gegeven. Bij het lezen van het register wordt de vergelijker gewist. De software maakt uit of het een toets- of richtingspuls is. Als de interruptpauze langer duurt dan 8 klokpulsen, kan de schuifklok net zo goed worden gestopt, terwijl de interrupt geldig blijft. Het kost veel te veel tijd de muis via interruptdetectie te verwerken en in dat geval kan men een programmeerbare tijdklok toepassen met wat extra schakelingetjes, zoals in ***figuur* 17** is aangegeven. Twee schuifregisters vergelijken opeenvolgende toestanden en uit deze signalen detecteert de logica de richting, de pulsen en veranderingen in de besturingstoetsen.

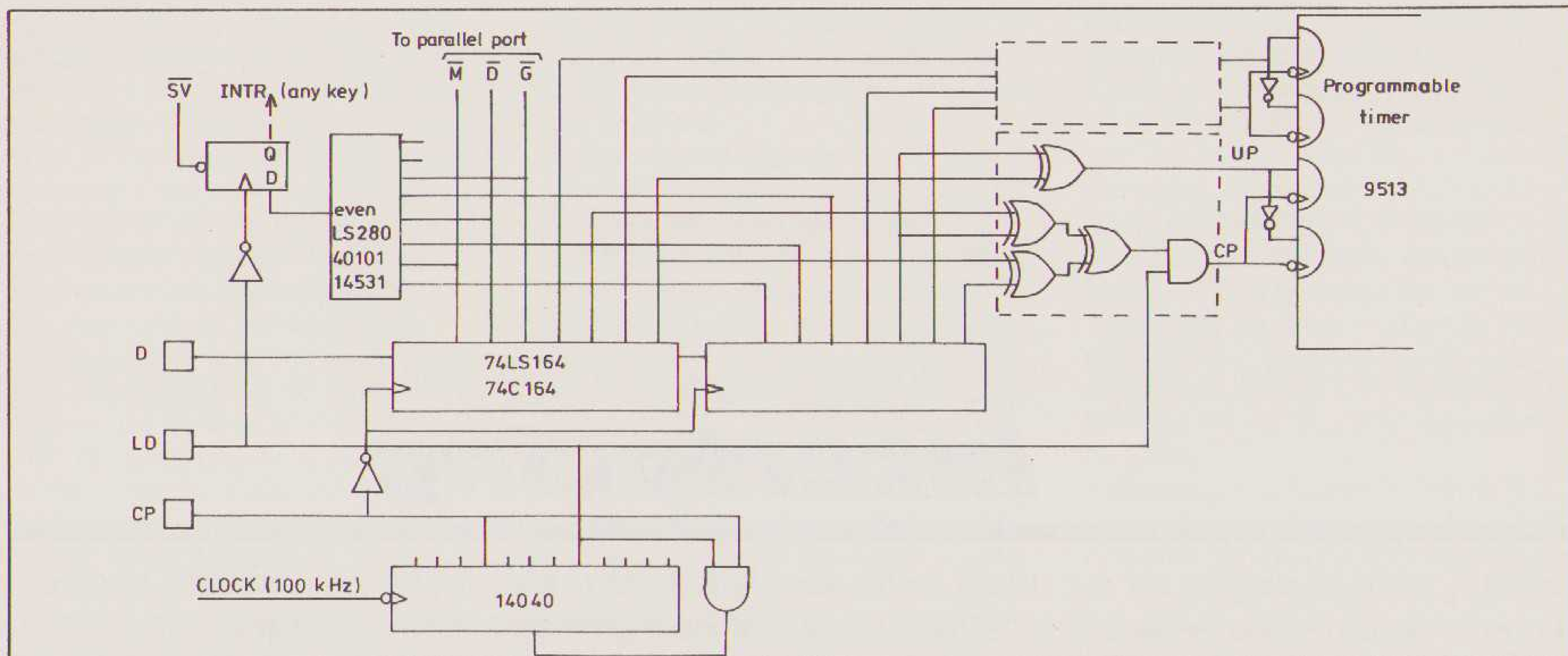
Fig.15. Omzetting van serieel naar parallel.

Fig.16. Het opwekken van een interrupt na een willekeurige toestandsverandering.

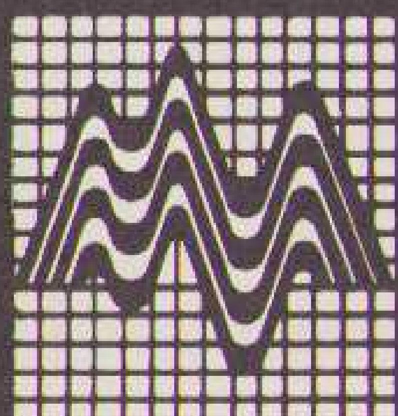
De R-4 muis

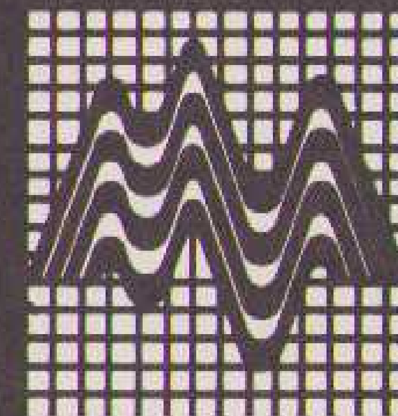
De R-4 muis is op hetzelfde principe gebaseerd als de H-4 en P-4 muizen. De R-4 heeft echter geavanceerde electronica in zich en een RS-232 interface. Een speciale processor ontlast het gastheersysteem van de vervelende taak de X- en Y-pulsen te onderscheiden en te tellen. De coördinaten kunnen of in binaire of in hexadecimale vorm worden overgezonden. De R-4 muis heeft een standaard Canon 25P subminiatuursteker en de bedrading is volgens DTE normen *(Data Terminal Equipment)*.
De voeding van de muis wordt van het gastheersysteem betrokken en er is +5 V bij 100 mA en eventueel nog −5 V tot −12 V bij 10 mA nodig. Als er geen negatieve spanning voorhanden is, geeft de muis seriële TTL spanningen af (0.4 tot 4.2 V). Als er ook een negatieve voedingsspanning wordt aangesloten, zijn de spanningsniveau's compatible met RS-232. De R-4 muis kiest automatisch zijn baudsnelheid door de startbit op te meten van het eerste commando na het inschakelen. Geldige baudsnelheden zijn 9600, 4800, 2400 en 1200 bits/s. De vorm van de data is erg simpel gehouden en deze is zodanig gestroomlijnd dat er snel gereageerd wordt. Gemiddeld genomen wordt de positie informatie bij 9600 baud binnen 5 ms verkregen, waardoor een nauwkeurige en snelle terugkoppeling ontstaat. De toestanden van de ontdenderende schakelaars worden met drie bits gecodeerd. Een 0 betekent een open schakelaar en een 1 een gesloten (ingedrukte) schakelaar. De X- en Y-coördinaten worden overgezonden in de vorm van een 8-bits getal met teken. De coördinaatinformatie zit vervat in het aantal pulsjes dat geteld werd sinds de vorige ondervraging. Het bereik is −128 en +127 pulsen. Er is geen overloopindicatie aanwezig, de tellers tellen gewoon door te beginnen vanaf nul. De absolute positie kan op eenvoudige wijze worden berekend door de achtereenvolgende X en Y bewegingen steeds bij elkaar op te tellen.
De R-4 verwacht één commandobyte (een ASCII I of E), waarna de coördinaten worden overgezonden (I levert binaire coördinaten op en E hexadecimale).

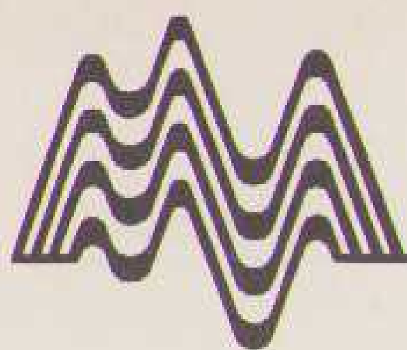




Volledige decodering bij 4 pulsen per periode en een interrupt na het indrukken of loslaten van een van de toetsen.







Interfacing

Indien u altijd al dingen op uw micro wilde aansluiten maar niet wist waar u moest beginnen kan deze nieuwe serie uitkomst bieden bij het begrijpen van het hoe en waarom van interface technieken. Een digitale computer houdt van een rustige, stabiele en voorspelbare omgeving, die alleen af en toe wordt verstoord door het omklappen van een schakeling van een logische 1 (ca. 5V) naar een logische 0 (ca. 0V). Er lopen slechts bescheiden stromen, meestal minder dan 1 mA en vaak slechts een paar honderd nA. Het is een eenvoudig systeem dat slechts twee toestanden kent, met andere woorden ***'DIGITAAL'.*** *De buitenwereld verschilt hiervan aanzienlijk. Fysische waarden kunnen continue over een enorm bereik variëren, van een nauwelijks waarneembaar minimum tot een overweldigend maximum. Geluid bijvoorbeeld kan variëren van zacht gefluister tot het volle crescendo van een symfonie orkest. Spanningen lopen uiteen van pico-Volts tot duizenden mega-Volts. Druk kan variëren van een mierepootje tot het verwoestende niveau van een atoombom. Kortom, de wereld is vol variaties en van nature* ***ANALOOG.***

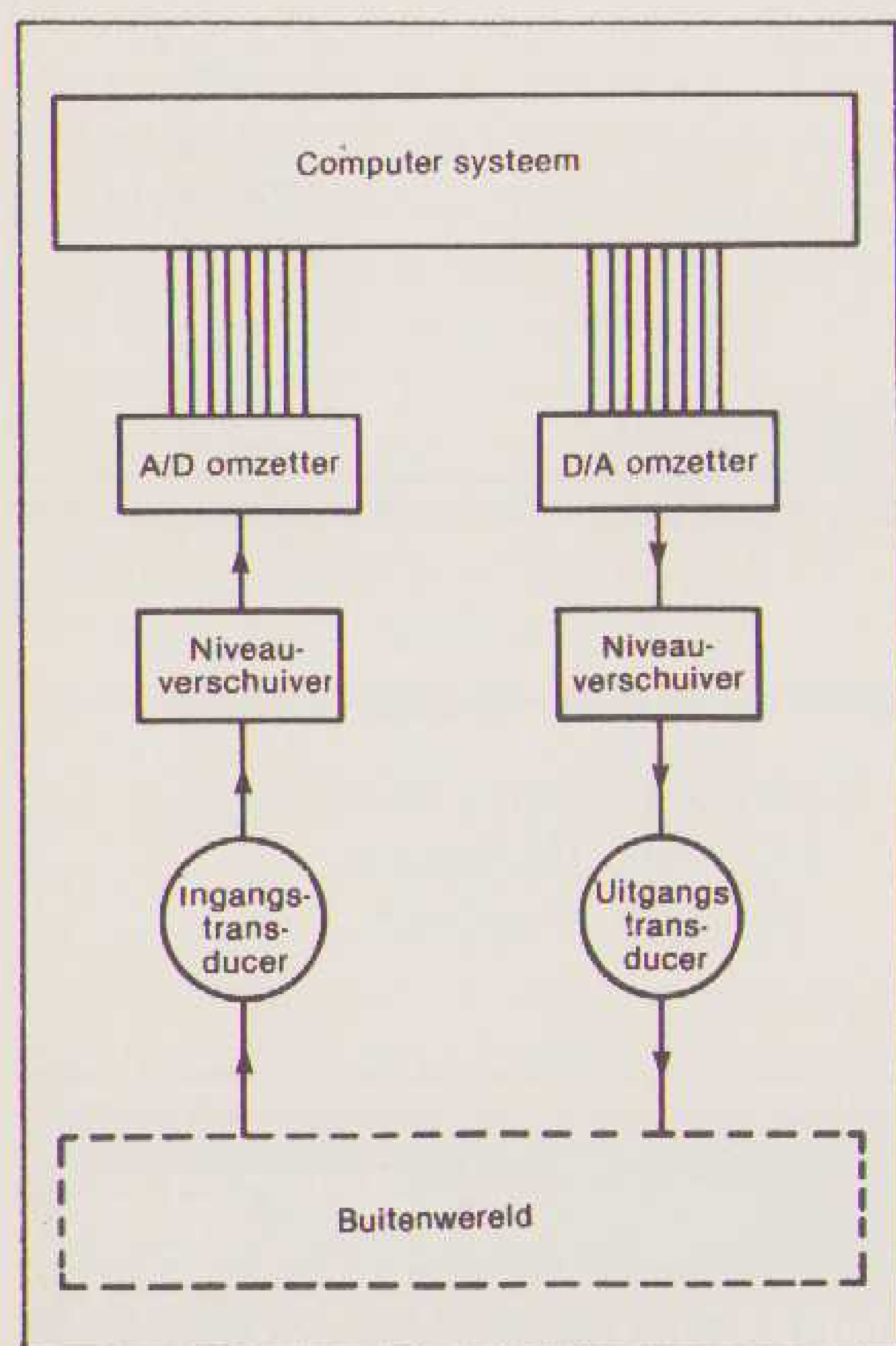


Fig.1 Componenten voor aansluiting van een computer op de buitenwereld.

Aanpassing van de buitenwereld

Er doen zich twee problemen voor. Ten eerste moet de buitenwereld worden aangepast aan de ingang van de computer en ten tweede moet de uitgang van de computer weer worden aangepast aan de buitenwereld. In de practijk kan de buitenwereld worden beschouwd als een klein systeem dat op de een of andere manier moet worden gelezen door de ingang en gestuurd door de uitgang. **Figuur 1** geeft hier een vereenvoudigd overzicht van. *De ingangstransducer* zet het niet-electrische signaal om in een electrisch signaal op dezelfde manier als een fotocel de energie van een lichtbron omzet in een aan dat licht evenredige spanning. Een microfoon zet geluidsdrukken om in spanning, thermokoppels zetten warmte om in spanning en rekstrookjes zetten rek om in weerstandsverandering.

Niveau-verschuivers zijn nodig om het uitgangssignaal van de transducer te versterken als dat te klein is of soms te verzwakken als het te groot is voor de analoog-naar-digitaal omzetter. In het algemeen gedraagt zo'n niveauverschuiver zich als een bereikenschakelaar en in de practijk kan het bijvoorbeeld gewoon een spanningsdeler zijn (wanneer de spanning gereduceerd moet worden) of een versterker (wanneer de spanning versterkt moet worden). Hoewel de term spanning wordt gebruikt voor het uitgangssignaal van de transducer hoeft u dat niet letterlijk op te vatten. De transducer hoeft niet altijd een electrisch signaal te leveren in de vorm van een spanning. Soms verandert gewoon de weerstand tussen twee aansluitingen of verandert een stroompje. De niveauverschuiver moet het uitgangssignaal van de transducer aanpassen aan het ingangsbereik van de A/D omzetter. Een andere taak van de niveauverschuiver is het aanpassen van het signaalniveau in tegenstelling tot het

signaalbereik. Een spanning kan bijvoorbeeld tussen 0 en 5V liggen of tussen −1 en 4V. Het bereik is hetzelfde maar het gemiddelde niveau verschilt. De niveauverschuiver bevat vaak tevens een calibratie om productietoleranties van de transducer weg te regelen, evenals fouten van de niveauverschuiver zelf! Bij de huidige stand van de techniek hangt nauwkeurigheid van het hele systeem bijna helemaal af van de niveauverschuiver. De transducer en A/D omzetter zijn goed gedefinieerd en in de practijk bewezen 'black boxes', we nemen er een uit het bakje en vertrouwen op de datasheets.
De A/D omzetter moet de analoge spanning van de niveauverschuiver omzetten in een aantal binaire uitgangsspanningen. Voor ze in geïntegreerde vorm beschikbaar waren, bestonden ze uit discrete elementen en zaten ze vol truckjes om de aanzienlijke kostprijs te rechtvaardigen. Gelukkig voor de ontwerper is de aandacht voor complexiteit en de interfaceproblemen van de diverse typen vervangen door de eenvoudige taak te beslissen welke chip het beste (of het goedkoopste) is voor een bepaalde schakeling. ***Figuur 2*** laat een typische A/D omzetter zien. Een pulsje op de 'sample' ingang start een inwendige teller. Wanneer die tellerstand een gelijke waarde heeft als de analoge ingangsspanning, verandert de 'gelijk' pin van toestand en weet de computer dat het digitale uitgangssignaal stabiel is en in het geheugen kan worden ingelezen. De teller heeft een klokingang nodig voor signalen van een zelfstandige klok of die in de computer. We zullen later op details ingaan. De voorgaande informatie is vooral bedoeld om de nieuwsgierigheid van een aantal onder u, die vasthouden aan het principe dat ze niets toepassen, te bevredigen tenzij ze de werking volledig begrijpen.

Verklaring van de terminologie

Het is belangrijk de betekenis van de termen die gebruikt worden om de werking van een A/D omzetter te beschrijven, te begrijpen. Jammer genoeg gebruiken de fabrikanten in hun datasheets een bonte schakering aan termen. Het lijkt erop dat teveel informatie wordt gegeven waarbij relevante informatie vaak verscholen is achter een scherm van gegevens die u niet wilt of kunt begrijpen. Hier volgen er enkele:
Aantal digitale uitgangen. In figuur 2 staat een voorbeeld van een 8 bits omzetter waarmee een spanning in een 8 bits binair woord kan worden omgezet. Het aantal mogelijke combinaties van n bits is 2^n zodat we in dit geval 2^8 combinaties (= 256) hebben, van 00000000 tot 11111111 (decimaal: van 0 tot 255). De resolutie van de omzetting is 1 op de 256 wat neerkomt op ca. 0,4%. Wat getallen uit de praktijk kunnen helpen om gevoel te krijgen voor het bereik waarbij het jammer is dat ronde binaire getallen niet overeenkomen met ronde decimale getallen. Stel dat de ingangsspanning kan variëren van 0 tot 2,55 V. Omdat 2,55 V de 'volleschaal uitslag' is en 255 het grootste digitale getal volgt dat elk binair telbitje overeenkomt met 2,55/255 = 0,01 (10 mV). De schaalfactor van de A/D omzetter bedraagt dus 10 mV per bit.

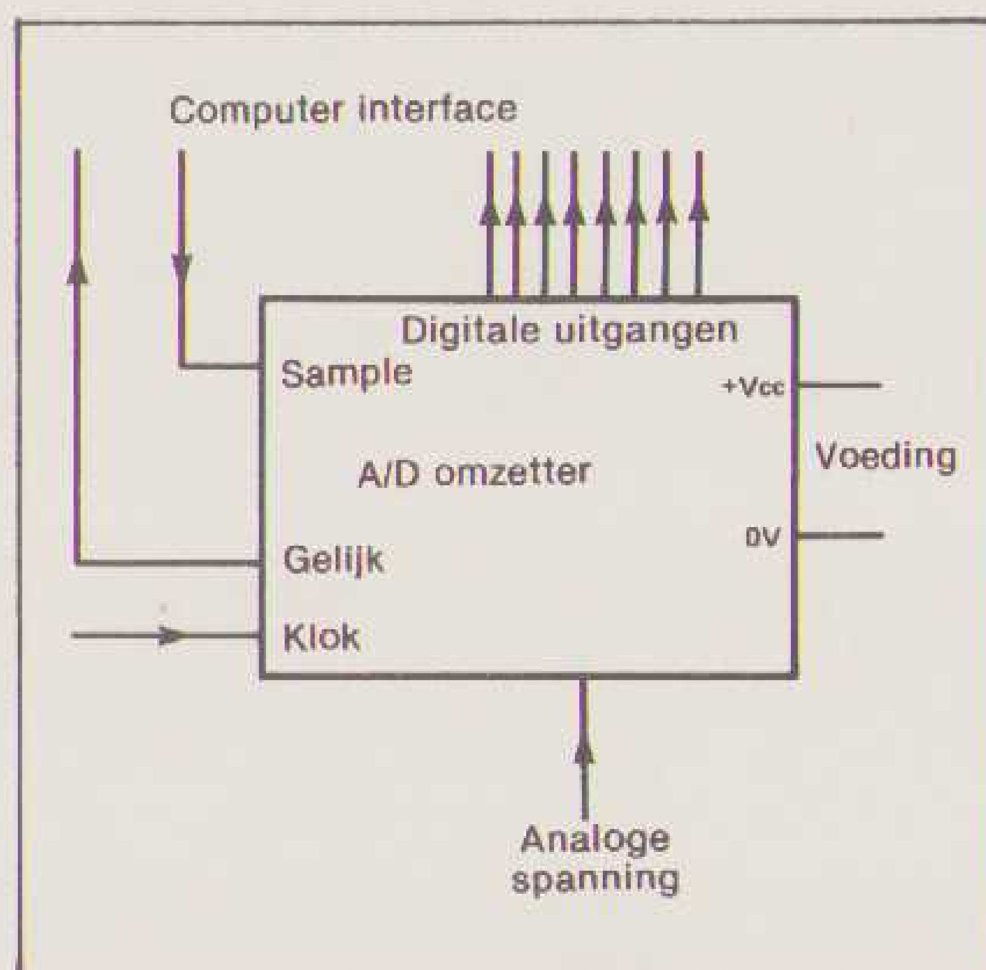


Fig.2. Typische aansluitingen van een A/D-omzetter.

Het is belangrijk om te realiseren dat het aantal bits de grootte van de kleinste waarneembare spanningssprong aan de ingang bepaalt. Wanneer in ons geval de ingangsspanning geleidelijk aan verloopt van 0 tot 4 mV zal de toestand waarschijnlijk nog steeds 00000000 zijn. Ergens tussen de 5 en 10 mV springt de digitale uitgang plotseling naar 00000001. De digitale omzetnauwkeurigheid is gemiddeld ± ½ bit en in ons voorbeeld gelijk aan ± 5 mV. Het zal duidelijk zijn dat het aantal bits uiteindelijk de nauwkeurigheid van de omzetting bepaalt. Stel bijvoorbeeld dat we een 12 bits omzetter hadden. Het digitale bereik loopt dan van 000000000000 tot 111111111111 of decimaal van 0 tot 4095. Met weer 2,55 V als volleschaal uitslag zou de omzetting ca. 0,6 mV per bit bedragen. De prijs van een A/D omzetter is evenredig aan het aantal bits vanwege de vereiste hogere nauwkeurigheid van de betreffende schakeling. Meestal zijn 8 bits ruim voldoende, 12 bits aardig, maar 14 bits (de huidige stand van de techniek) een overdreven uitspatting. Ook hier geldt het principe van de 'zwakste schakel in de keten'.
Ingangsspanningsbereik. Een te grote ingangsspanning of een verkeerde polariteit kan de omzetter vernielen en het is dus belangrijk dit getal goed in de gaten te houden. De meeste chips worden, tenzij anders vermeld, TTL compatible ontworpen, waardoor de hoogste spanning op een pen 5 V mag zijn. In de niveauschuiver aan de ingang moet hiermee rekening worden gehouden.
Conversietijd. Dit is de tijd die de digitale teller nodig heeft om zijn uiteindelijke telstand te bereiken. Een paar verwaarloosbare vertragingstijden buiten beschouwing gelaten is deze tijd afhankelijk van de klokfrequentie, zie figuur2. We nemen even voor het gemak aan dat de frequentie precies 1 MHz is, dus 1µs per puls. Een 8 bits omzetter heeft dus 255µs nodig om van 0 tot maximum te tellen. Met andere woorden, de grootste vertraging tussen nemen van het sample en detectie van het 'gelijk' signaal is 255µs.

Andersom

Dit is functioneel en qua schakeling veel eenvoudiger dan de A/D omzetting, zie de D/A omzetter in ***figuur 3.*** Er is bijvoorbeeld geen klok nodig. De opmerkingen over de resolutie

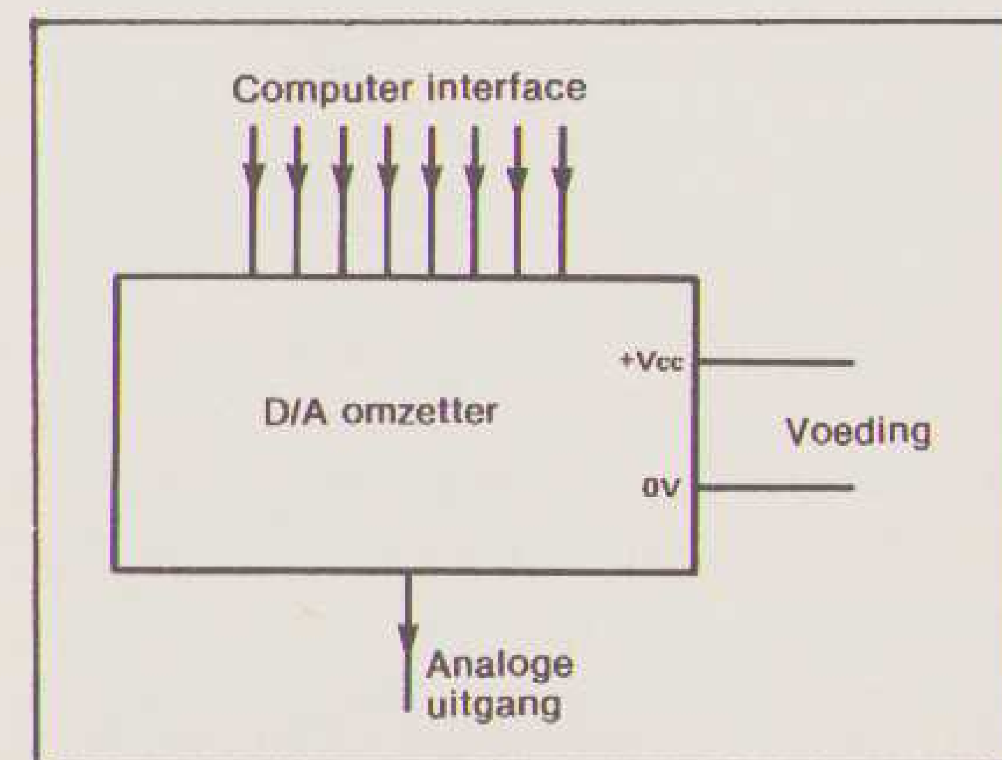
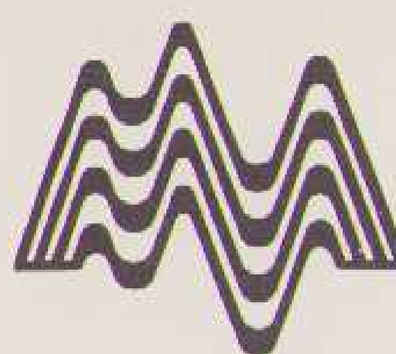


Fig.3. Typische aansluitingen van een D/A-omzetter.



zijn nog steeds geldig, maar er is geen sprake van conversietijd omdat de analoge uitgang de digitale ingang praktisch op de voet volgt.

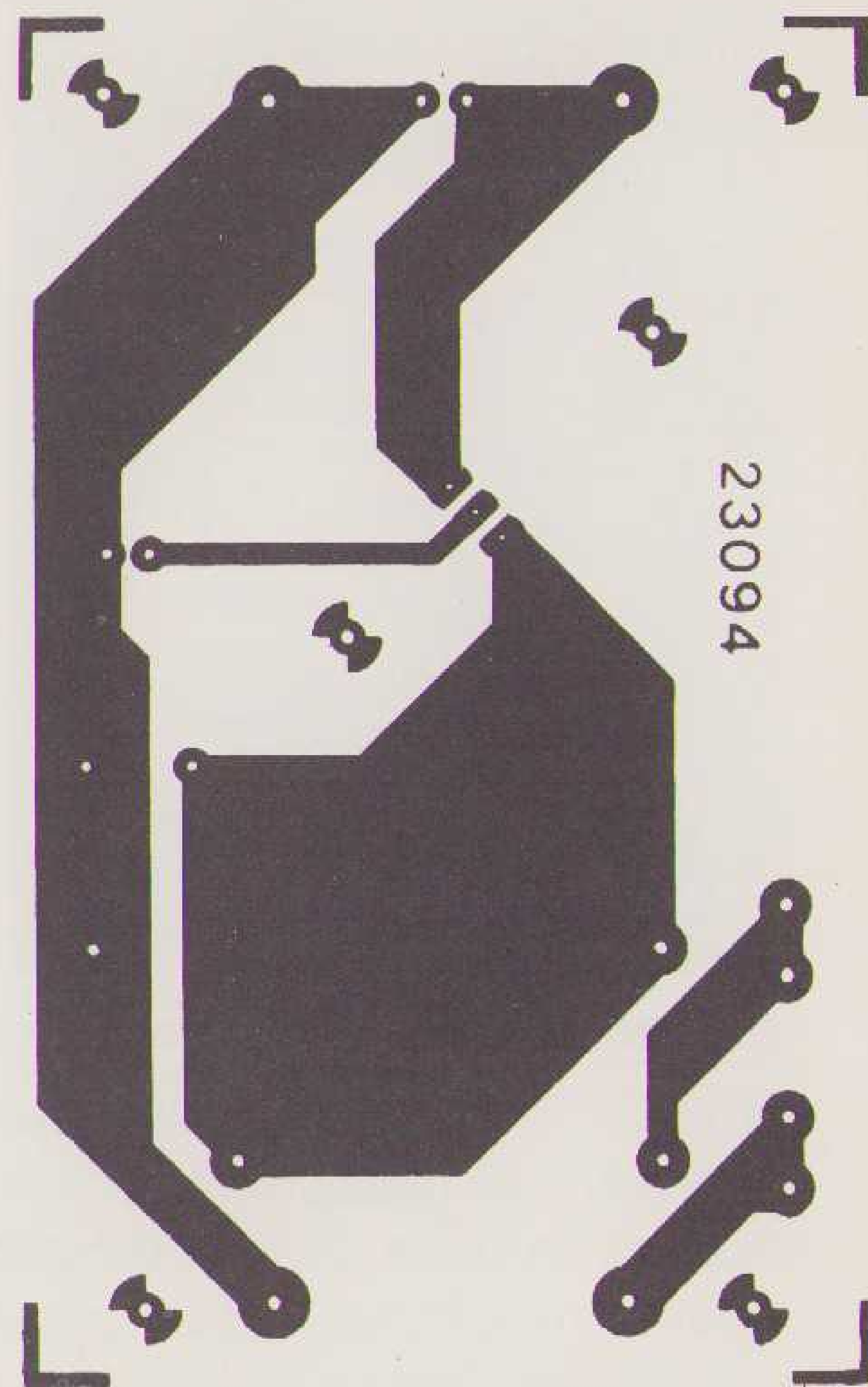
De uitgangstransducer. (Zie figuur 1.) Zijn werking is omgekeerd. Hij zet een analoog ingangssignaal om in de gewenste fysische grootheid. Soms heeft het systeem aan alleen de spanning voldoende. Voorbeelden van uitgangstransducers zijn luidsprekers, electrische motoren en beeldbuizen.

Samenvatting

Een ingangstransducer reageert op een verandering van en fysische grootheid. De ingangs niveauverschuiver krijgt het uitgangssignaal van de transducer aangeboden en versterkt of verzwakt dit afhankelijk van de A/D omzetter. Het DC niveau of de polariteit kan ook worden veranderd. De A/D omzetter leest de spanning van de niveauverschuiver en zet die om in de evenredige telstand van een aantal bits. De resolutie van de omzetting is een functie van het aantal bits en het kleinste waarneembare spanningsverschil is gelijk aan $\frac{1}{2}^n$ met n het aantal bits. De conversietijd van een A/D omzetter hangt af van de klokfrequentie en geldt voor de maximale spanningsverandering. Een D/A omzetter accepteert een digitaal ingangssignaal en zet dat om in een evenredige analoge uitgangsspanning. Hij doet dit vrijwel direct en heeft geen klok nodig. De meeste omzetters zijn TTL compatible. Ze verwachten dan digitale TTL ingangssignalen of geven digitale TTL uitgangssignalen. De details van TTL compatibiliteit zijn: Logische 1 (HOOG) ligt tussen 2,4 en 5V. Logische 0 (LAAG) ligt tussen 0 en 0,4 V. (Een spanning er tussenin geeft een ondefinieerbaar resultaat.) Om een standaard TTL ingang hoog te maken, is 40µA nodig en een ingang die laag moet worden trekt 1,6 mA.

Tot nu toe hebben we alleen besproken hoe we één signaal de computer in krijgen en hoe we er één uit kunnen halen. Om niet voor elk signaal een aparte A/D en D/A omzetter nodig te hebben maken we gebruik van ingewikkelde electrische schakelsystemen en daar zullen we het de volgende maand over hebben. ■

17032



RECTIFICATIE.

LINKS.

Nogmaals de afdruk van de print behorende bij het project "FZ 7000 1 GHz frequentieteller". (juli/augustusnr., pag. 41.)

BOVEN.

De printafdruk van de spanningsomzetter behorende bij het project 'Een eenvoudige spanningsomzetter'. (Septembernr. pag. 25.)

Voor beide misdrukken onze verontschuldiging.



(1)

Robotica: de fundamenten

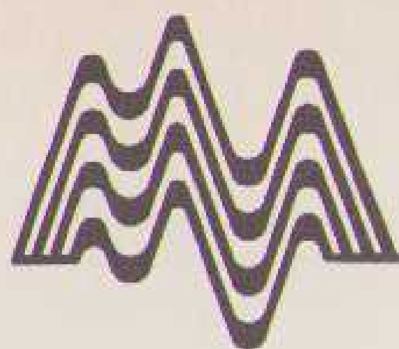
ROBOT..... Wie denkt daarbij niet meteen aan de androïden R2D2 en C-3P0 uit de film Starwars of misschien wel aan "arbeidsplaatsen kostende" productiemachines? Hoe het ook zij, in deze serie ***"Robotica voor iedereen"*** *zullen we de robot beschouwen als een intelligente machine. Het hele verhaal speelt zich echt niet in de toekomst af: alles gebeurt in het heden. Vroeg in de jaren 60 werden reeds industriële robots ontwikkeld, maar ze kwamen niet zo erg goed op gang. Dergelijke robots waren niet veel meer dan verlengstukken van geautomatiseerde machines. Pas in de laatste paar jaar kon de ontwikkeling van de industriële robot een enorme vlucht nemen vanwege de technische vooruitgang op het gebied van de* ***microprocessor*** *en* ***microcomputers.*** *Dankzij de microcomputer kunnen ingewikkelde besturings- en beslissingstaken zonder al te veel problemen worden uitgevoerd.*
In deze serie zullen we een groot aantal basisprincipes verklaren die te maken hebben met de nieuwste technieken op het gebied van de robotica.



Fig.1 De Lopende Locomotief uit 1893.

Evolutie van de robot

Vanaf het begin der tijden heeft de mens zich geïnteresseerd voor mechanische zaken en mensachtige machines. We lezen reeds in de Ilias, een oud-Grieks heldendicht, dat de auteur, de blinde zanger Homerus, de god Hefaistos beschrijft als de god van alle mechanische kunsten. Overal waar deze god heenging, werd hij vergezeld en bijgestaan door twee vrouwenbeelden, vervaardigd uit zuiver goud. Een poging van een paar duizend jaar later zien we in ***figuur 1*** afgebeeld. Deze machine stond bekend als de *'Lopende Locomotief'* en werd gebouwd door George Moore in 1893. Dit apparaat werd aangedreven door een gasgestookte stoomketel van ½ PK en was in staat met een snelheid van 14 km/uur rond te lopen. De sigaar fungeerde als stoomklep voor de ketel!
In de twintigste eeuw is de interesse voor robots enorm toegenomen, zoals duidelijk blijkt uit films, boeken en TV-series. Dergelijke robots zijn natuurlijk erg amusant, maar ze hebben niets te maken met de feitelijke robots die we tegenwoordig gebruiken. De industriële robot van vandaag loopt niet, hij knippert niet en maakt geen piepgeluidjes. Evenmin voert hij op een monotone toon gesprekken met ons. In feite is de moderne robot niet veel meer dan een beweegbare arm die op een voetstuk staat, waarbij de arm volgens computercommando's diverse bewegingen uitvoert. De industriële robot is het gevolg van het automatiseringsproces. Hij moet daarbij met een grote snelheid steeds maar weer dezelfde handelingen verrichten. Een dergelijke automaat bestaat in hoofdzaak uit een aantal aandrijfmechanismen die bestuurd worden door tijdklokken, nokkenassen, schakelaars en mechanische- en electrische stopmechanismen. De functie van zo'n apparaat is zeer specifiek en het komt maar heel zelden voor dat hij iets anders moet gaan doen. Wanneer er een verandering moet worden aangebracht, is deze meestal van



mechanische aard. De apparatuur is dus niet in staat te reageren op afwijkingen in het fabricageproces.
De ontwikkeling van automaten naar robots is in een aantal stappen verlopen. Er werden snelheidsregelaars, programmaschijven, instelbare stops, tijdklokken en andere apparaten toegevoegd waarmee de bewegingen konden worden gevarieerd, zodat ze de voorlopers werden van de huidige robots. Het woord 'robot' komt uit de Slavische hoek:
'rabótnik' betekent *'arbeider'*.
De volgende stap in de ontwikkeling van de robot bestond uit het toevoegen van servobesturingen. Deze terugkoppelingsapparaten produceren positiesignalen. Wanneer zo'n robot beweegt, worden de positiesignalen vergeleken met de oorspronkelijk ingevoerde positiesignalen en op het moment dat deze twee signalen samenvallen, stopt de beweging van de robot.
De volgende stap, en daarmee de belangrijkste, bestond uit het invoeren van computerbesturing. Dankzij de computer is een robot in staat enorm verfijnde bewegingen uit te voeren. Deze situatie leidde al snel tot overdimensionering: een robot kon voor vrijwel alles worden ingezet. Dat is natuurlijk erg fraai, maar in een productieproces onpractisch, omdat men voor al dat fraais ook moet betalen. Dat leidde weer tot de ontwikkeling van gespecialiseerde robots, die specifiek voor een bepaald soort toepassing werden ontworpen. Dit werd mogelijk door de snelle ontwikkeling van microprocessoren voor robotbesturing. Dergelijke goedkope microprocessor besturingsmechanismen bieden interessante voordelen voor het toepassen van gespecialiseerde robots in een productieproces.

Terminologie

Industriële robots kunnen we in drie categorieën onderverdelen. De basistermen die we daarbij gebruiken zijn over alle drie de categorieën hetzelfde. We geven eerst een overzicht van de meest gebruikte termen.

Assen. Het aantal samengestelde bewegingen dat een bepaalde robot kan uitvoeren wordt bepaald door het aantal assen dat die robot heeft. Hoe meer assen een robot heeft, des te ingewikkelder hij de bewegingen kan uitvoeren. Een robot die alleen maar bepaalde zaken van de ene plaats naar de andere hoeft over te brengen, heeft voldoende aan twee assen van beweging, zoals draaien op het voetstuk en in- en uitschuiven van een arm; zie ***figuur 2***.
In ***figuur 3*** zien we een robot die een auto kan volgen in een productiestraat, ergens binnenin de auto een punt kan lassen en daarna weer terug kan keren naar de uitgangspositie om op een volgende auto te wachten. Een dergelijke robot moet al snel 10 assen van beweging hebben. In ***figuur 4*** zien we een robot met 5 assen en de meeste industriële robots hebben voldoende aan 3 tot 5 assen.

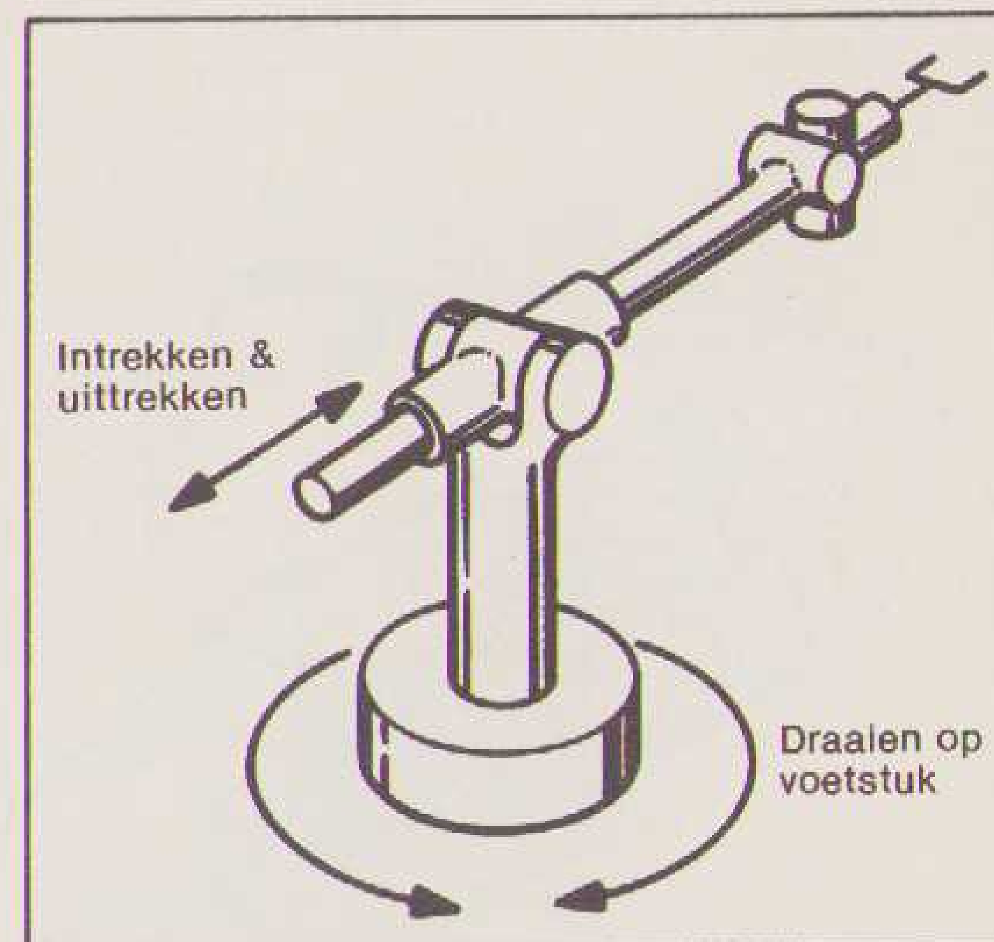


Fig.2. Voor het overzetten van objecten zijn twee bewegingsassen nodig.

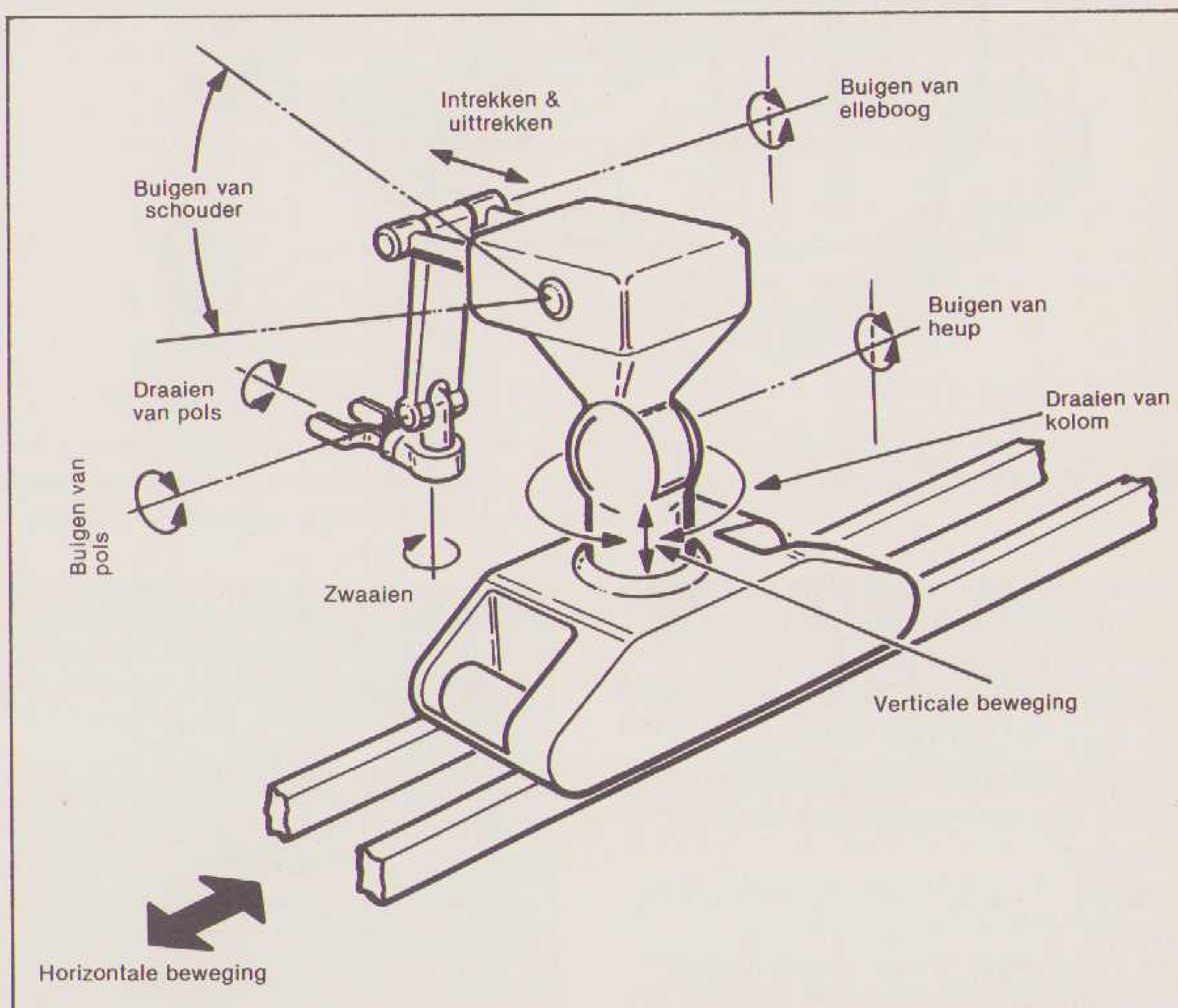
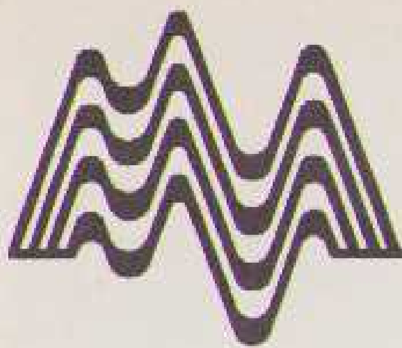


Fig.3. Deze robot heeft 10 bewegingsassen.

Manipulator. Het systeem van mechanische koppelingen en verbindingen die in verschillende richtingen kunnen worden bewogen, waarmee de robot zijn taak kan uitvoeren. In een aantal gevallen wordt de manipulator ook wel *'robotarm'* genoemd.
Actuator. Het aandrijfmechanisme dat de manipulator op een van tevoren bepaalde plaats zet. Een actuator kan bestaan uit een pneumatische of hydraulische cylinder, een pneumatische of hydraulische draaimotor of een electrische motor. In een volgend deel zullen we een aantal actuatoren bekijken en de verschillende aandrijf- en regelmethoden.
Grijper. Een onderdeel dat iets van een hand weg heeft. De grijper houdt het gereedschap vast of het materiaal waar iets mee moet gebeuren. De meeste grijpers kunnen alleen maar open of dicht gaan en ze worden hydraulisch, pneumatisch, mechanisch of met een electrische motor aangedreven. Er zijn talloze verschillende uitvoeringsvormen mogelijk.
Besturingsapparaat. Het brein en het zenuwstelsel van een robot. Hier ontstaan en eindigen de bewegingen van de robot. Hier worden gegevens opgeslagen over de posities en de



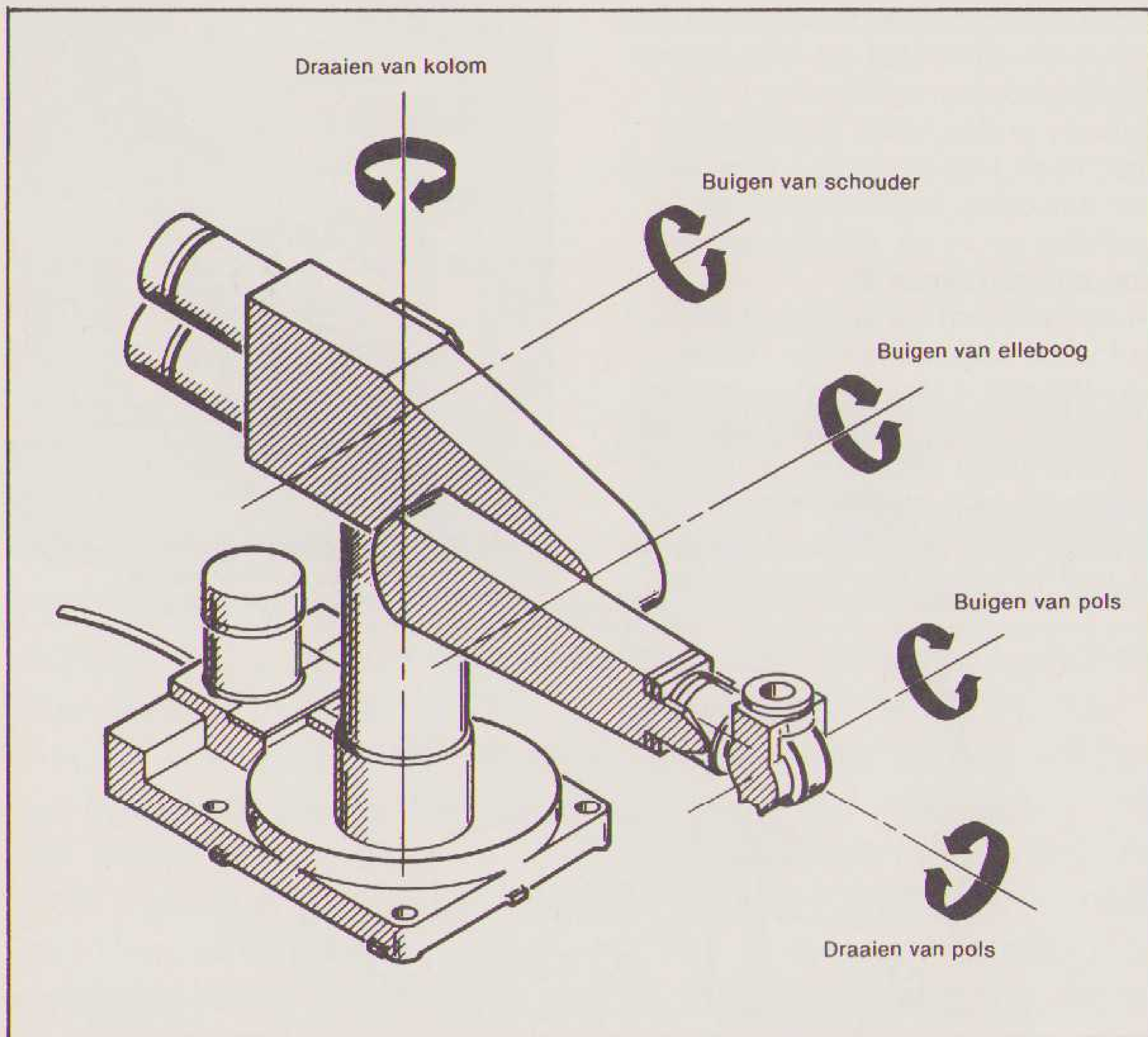


Fig.4. Een robot met 5 assen.

opeenvolgingen. Bovendien vormt het een tussenschakel met de buitenwereld. Een besturingsapparaat kan bestaan uit een willekeurig programmeerbaar onderdeel, zoals een simpele mechanische schijvenschakelaar of een complexe electronische computer.

Voeding. Deze levert en bestuurt de energie voor de actuatoren van de robot. Deze energie kan pneumatisch, hydraulisch, electrisch, electrohydraulisch of zelfs mechanisch zijn..

Cylindercoördinaten robot. In wezen niets meer dan een horizontale manipulator, gemonteerd op een voetstuk. Het voetstuk, een verticaal opgestelde kolom, is zelf weer gemonteerd op een draaistuk. Deze opstelling zien we in ***figuur 5.*** De manipulator kan vrijelijk in- en uitschuiven en langs de verticale kolom naar boven of beneden bewegen. Het geheel kan bovendien nog in een horizontaal vlak draaien. Het werkgebied van een dergelijke robot vormt dus een stuk cylinder.

Bolcoördinaten robot. Dit type robot, waarvan we een schets zien in ***figuur 6,*** kunnen we vergelijken met de loop van een tank. De manipulator kan in- en uitschuiven, in het verticale vlak draaien en rond de basisplaat in het horizontale vlak draaien. Het werkgebied van deze robot vormt een klein stukje van een bol.

Bolcoördinatenrobot met gewrichten. Deze bestaat uit een basis met een bovenarm en een onderarm, die in het verticale vlak dat door de basis loopt kunnen bewegen. In ***figuur 7*** zien we een schets van een dergelijk type robot. De manipulator heeft een ellebooggewricht tussen de onder- en bovenarm en een schoudergewricht tussen de bovenarm en de basis. Draaiing in een horizontaal vlak is mogelijk bij het schoudergewricht of bij de basis. Het werkgebied van dit type bestrijkt een groot gedeelte van een bol.

Rotots zonder servo. Dit zijn robots die maar drie of vier graden van vrijheid bezitten (een 'graad van vrijheid' is een bewegingsmogelijkheid in een bepaalde richting). Op iedere as zit een mechanische stop (eindstop) voor het beperken van de bewegingen. Iedere as kan daarom in de meeste gevallen slechts twee verschillende standen innemen, zoals op/neer, links/rechts of in/uit.

Servobestuurde robots. Dat zijn robots waarvan de bewegingsassen over het hele bewegingstraject worden bestuurd in plaats van alleen aan de eindpunten van de bewegingen. Er bestaan twee soorten servobestuurde robots: punt-naar-punt en continue servobesturing.

Punt-naar-punt servobesturing. Hierdoor wordt het mogelijk dat de

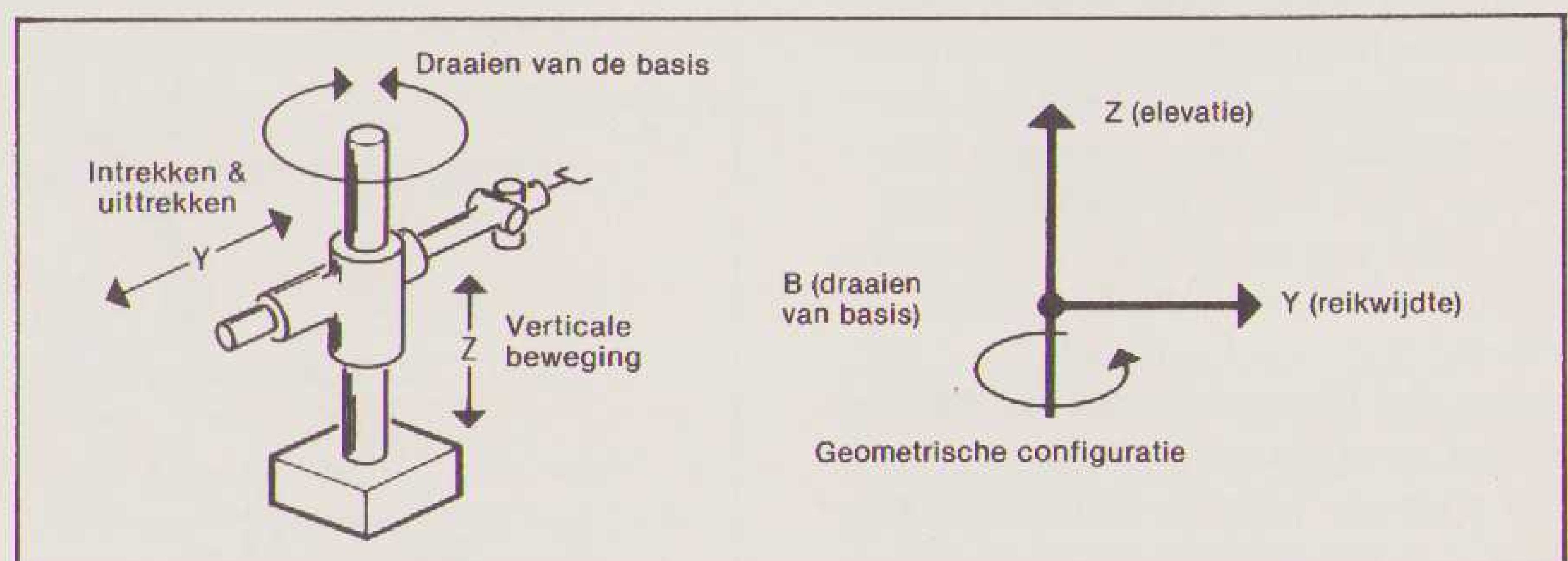


Fig.5. Het principe van een cylindercoördinaten robot.

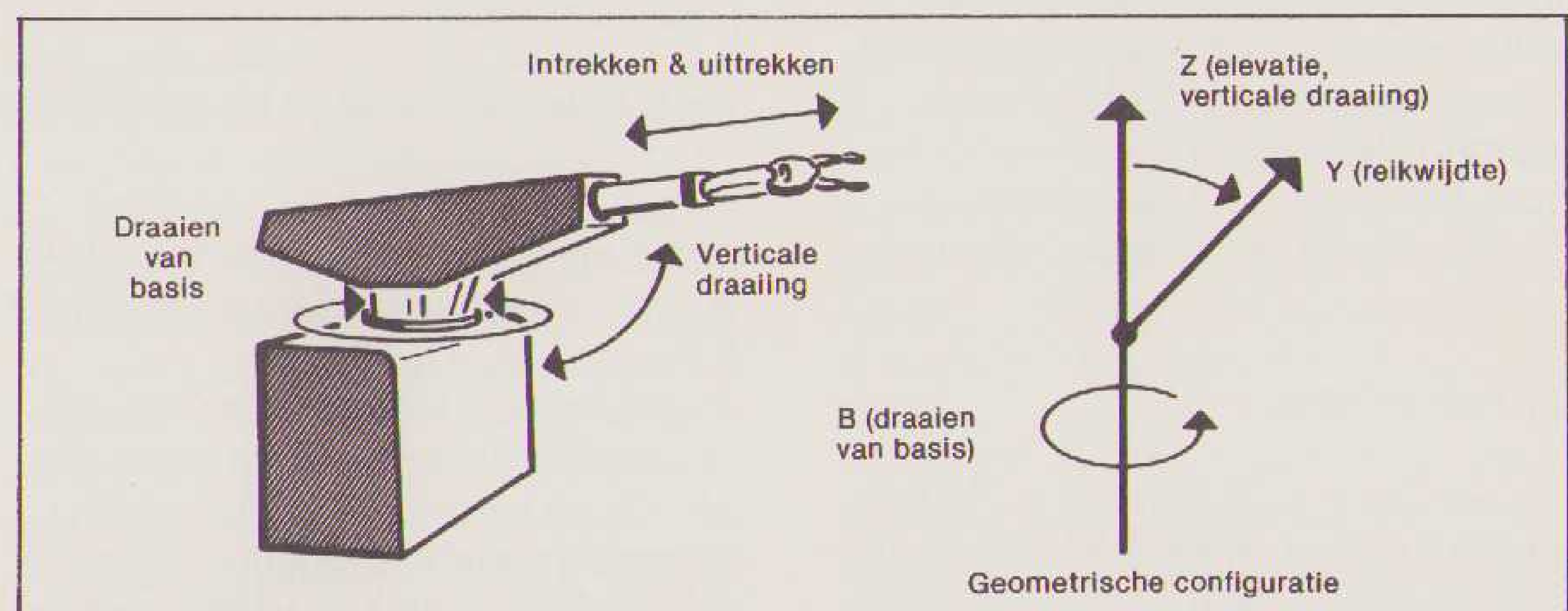
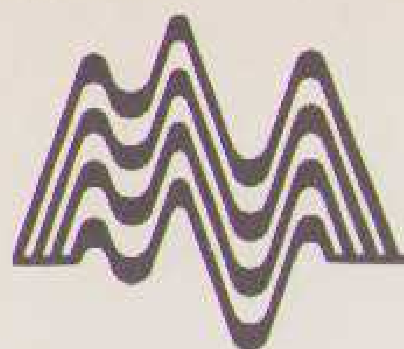


Fig.6. Het principe van een bolcoördinaten robot.



robot tussen twee driedimensionale punten in de werkruimte, die nauwkeurig zijn voorgeprogrammeerd, kan bewegen. Doorgaans worden alleen de eindstops ingeprogrammeerd en de robot neemt de snelste en kortste weg van het ene punt naar het andere. De enige beperking wordt gevormd doordat het aantal eindstops is beperkt tot de hoeveelheid geheugen die in het besturingsapparaat voor deze taak ter beschikking staat. Punt-naar-punt bewegingen verlopen altijd een beetje houterig, zelfs wanneer twee assen gelijktijdig worden bestuurd. Vanwege deze reden wordt punt-naar-punt besturing alleen gebruikt wanneer de eindpositie minder van belang is, terwijl de afgelegde weg en de snelheid tussen voorgeprogrammeerde punten een belangrijk punt van overweging vormen.

Continue servobesturing. In dit geval kan de robot vloeiend een bepaald traject afleggen, dat meestal uit een kromme bestaat, terwijl er maar weinig of niet wordt gestopt bij de voorgeprogrammeerde eindstops. Hierdoor is een continue bestuurde robot ideaal voor het spuiten van verf. Een nadeel is de grote hoeveelheid geheugenruimte die beschikbaar moet zijn. Er is een vrij fors geheugen nodig voor het opslaan van de posities van alle assen, vooral wanneer de robot zijn traject op vloeiende wijze moet afleggen.

Eenvoudige robots.

Er kunnen drie soorten industriële robots worden onderscheiden: eenvoudige, middelmatig complexe en complexe robots. Deze onderverdeling wordt gemaakt naar de mate van complexiteit van de toegepaste technieken. Iedere categorie heeft zijn eigen kenmerken op het gebied van bewegingsassen, soort besturingsmechanisme, manier van voorprogrammeren, soort beweging van de manipulator en hoe de actuator is opgebouwd. Deze indeling kan gebaseerd worden op het soort werk dat een robot moet verrichten. In ***tabel 1*** staan een aantal industriële werkzaamheden die door een robot zouden kunnen worden uitgevoerd en wat voor soort robot voor een dergelijke taak geschikt is. Eenvoudige robots, zoals het type uit ***figuur 8***, kunnen eigenlijk alleen maar dingen oppakken en ergens anders weer neerzetten. Ongeveer 35% van het aantal robots dat in Amerika werkzaam is, bestaat uit dit type. Vrijwel alle eenvoudige robots zijn niet servobestuurd. Ze verschillen van een automaat doordat het bewegingspatroon wat te wijzigen is door het verplaatsen van de eindstops. De hoeveelheid, de volgorde en tot op zekere hoogte ook de snelheid van de beweging langs een bepaalde as, kunnen worden bestuurd.

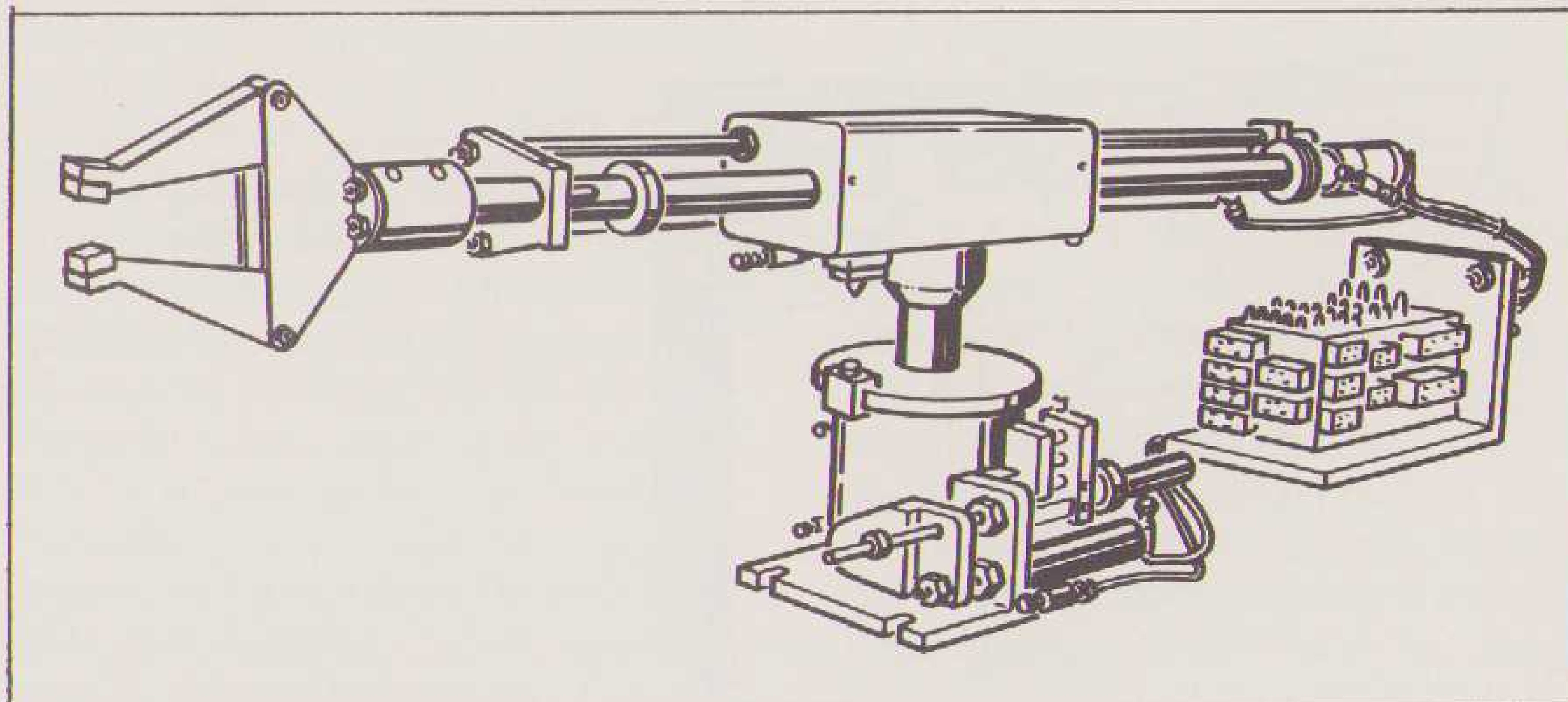


Fig.7. Een bolcoördinaten robot met gewrichten.

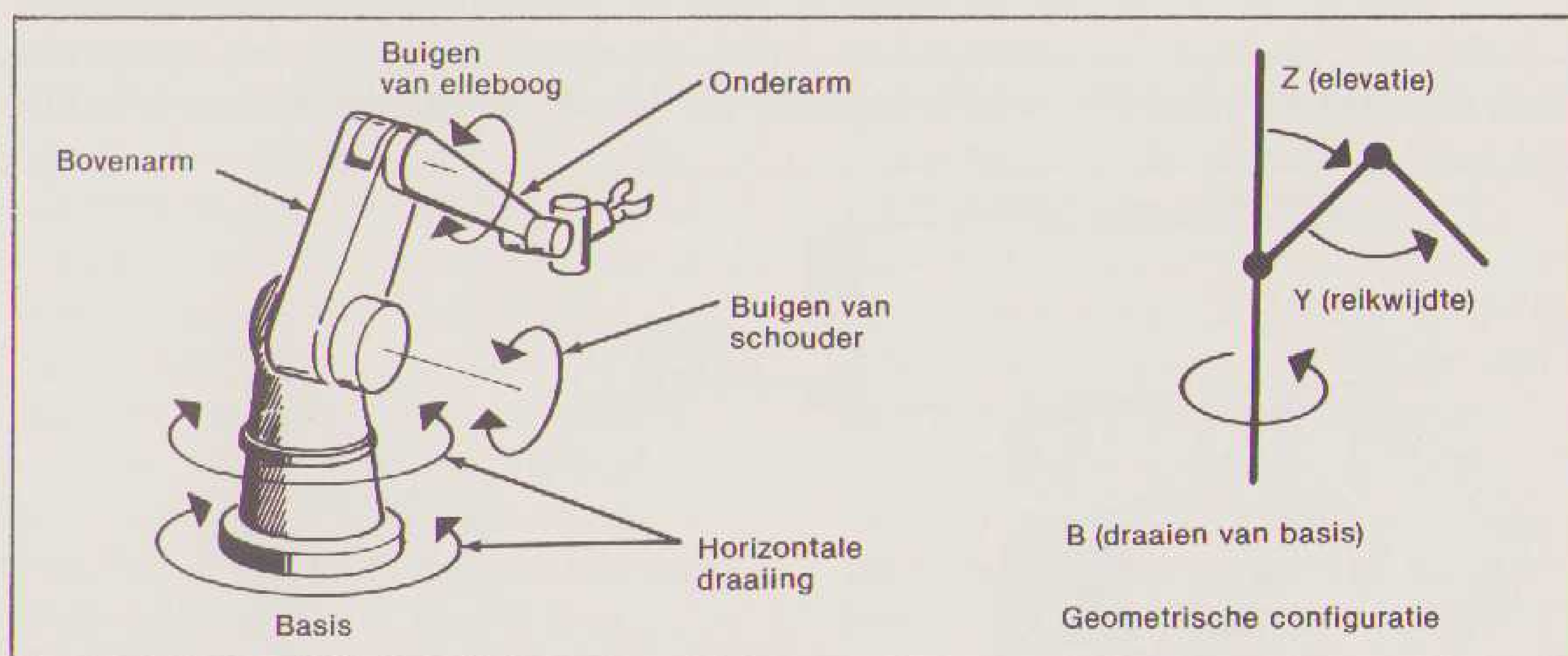


Fig.8. Een eenvoudige robot, de Auto-Place 50.

TABEL 1.

	Complexiteit van de robot		
	Laag	Middelmatig	Hoog
Behandeling van materialen	X	X	X
Persbewerkingen	X	X	X
Spuitgieten	X	X	X
Laden/lossen van machines	X	X	X
Assembleren (eenvoudig)	X	X	X
Metaalgieten		X	X
Verfspuiten			X
Booglassen			X
Puntlassen			X
Smeden			X
Laden van pallets			X
Inspectie (objecten en panelen)			X
Assembleren van complexe onderdelen			X

Tabel 1. De verschillende typen robots die we kunnen inzetten voor een aantal taken.

Assen (graden van vrijheid)

De meeste eenvoudige robots hebben 2 à 4 graden van vrijheid zonder servobesturing. Op iedere as zitten mechanische eindstops voor het beperken van de beweging in die bepaalde richting. Iedere as kan doorgaans slechts twee standen innemen: op/neer, in/uit of links/rechts. Ook de maximale bewegingslengte van een eenvoudige robot is vrij beperkt. De getalswaarde voor een drietal van dergelijke robots zien we in ***tabel 2*** afgedrukt.

De *Seiko 400L* heeft een verticale bewegingslengte die is in te stellen tussen de 20 en 100 mm. De horizontale bewegingslengte is in te stellen tussen 0 (helemaal ingetrokken) en 700 mm (helemaal uitgetrokken). Deze robot kan niet naar links of rechts zwaaien, maar de grijper kan wel 180° draaien en 50 mm in zijwaartse richting bewegen. Zie ook ***figuur 9.***

In ***figuur 10*** staat de *Auto-Mate* robot afgebeeld. Deze heeft drie bewegingsassen: verticaal, horizontaal en zwaaien. Als uitbreiding van de mogelijkheden van de robot is nog een vierde graad van vrijheid toegevoegd in de vorm van een schouder/elleboog.

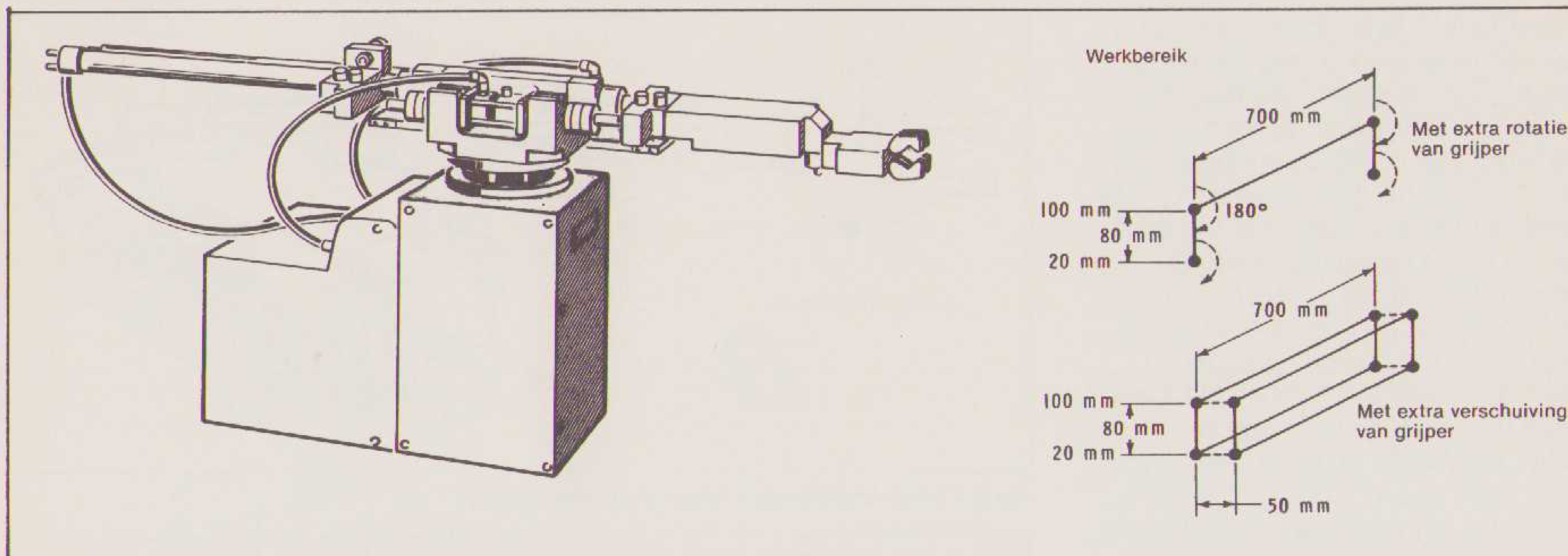


Fig.9. De Seiko 400L met als extra mogelijkheid het verschuiven en draaien van de grijper.

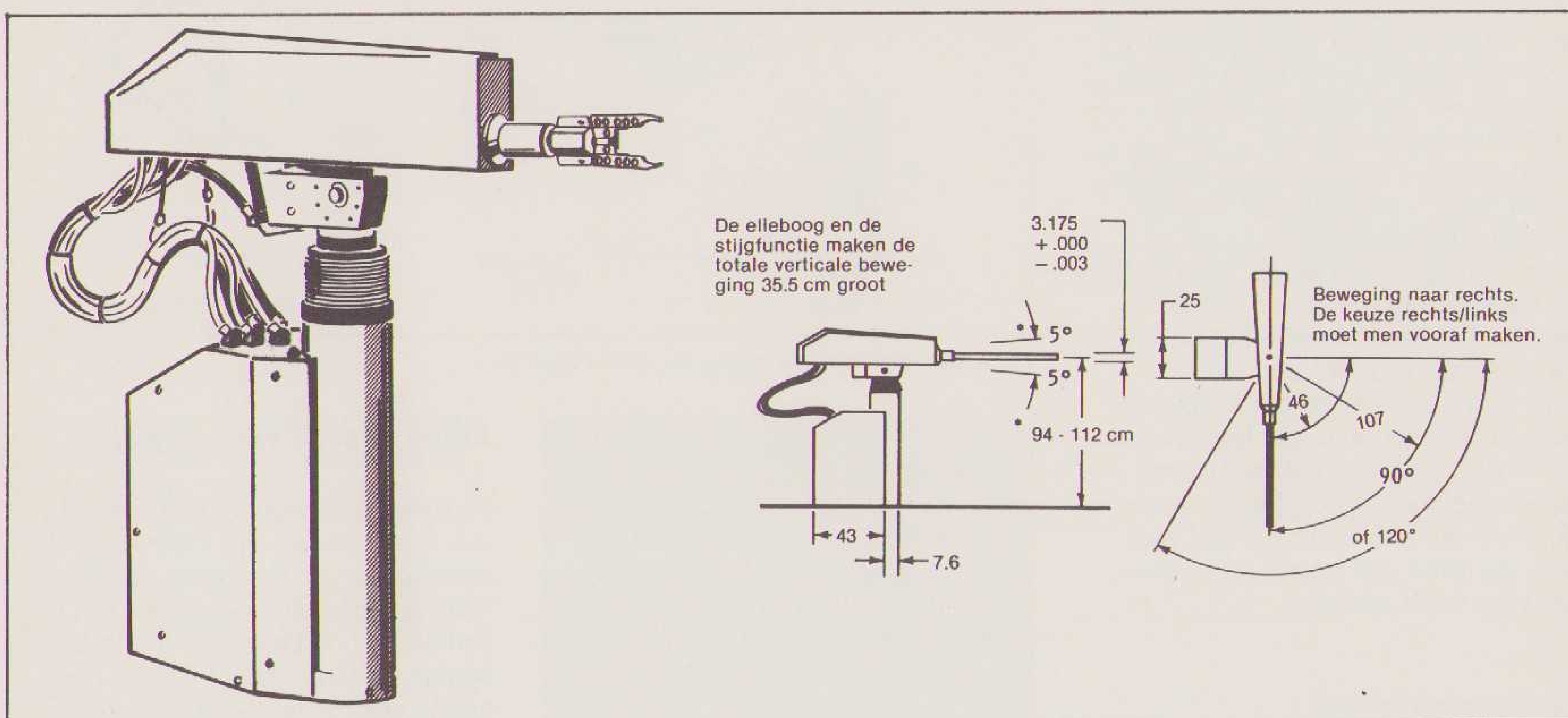


Fig.10. De Auto-Mate robot heeft 4 graden van vrijheid.

TABEL 2.

	SEIKO 400L	Auto-Place 50	Auto-Mate standaard
Assen van beweging: Verticaal (op/neer) Horizontaal (in/uit) Zwaaien (links/rechts) Elleboog (schouder)	 20 - 100 mm 0 - 700 mm niet	 0 - 127 mm 0 - 457 mm 0 - 200°	 0 - 178 mm 0 - 610 mm 90° of 120° 10°
Belasting	3 kg	13.6 kg	4.5 kg
Snelheid	0.6 s verticale as, 0.7 s horizontale as	1000 mm/s	0.8 s in alle bewegingsrichtingen
Nauwkeurigheid	± 0.050 mm	± 0.025 mm	?
Aandrijving	Pneumatisch	Pneumatisch Hydraulisch	Lucht/olie
Besturing	Mechanisch of electronisch	Luchtbesturing of halfgeleider programmeerbaar	Luchtbesturing of halfgeleider programmeerbaar

Tabel 2. De eigenschappen van een drietal eenvoudige robots.

De verticale bewegingslengte is in te stellen tussen 0 en 178 mm. De schouder is echter in staat 10° te hellen, zodat een totale verticale beweging ontstaat van 356 mm. De manipulator van de robot is instelbaar tussen 457 mm (helemaal ingetrokken) en 1067 mm (helemaal uitgetrokken). Hierdoor ontstaat in horizontale richting een bewegingslengte van 610 mm. De robot kan 90° of 120° zwaaien en dit is niet instelbaar. Of de robot naar links of naar rechts moet bewegen, dient men bij het installeren te beslissen.

De belasting

De belasting is het maximale gewicht dat de manipulator kan verwerken. Deze capaciteit wordt aan de grijper gemeten. Veel robotfabrikanten geven de belasting op onder statische omstandigheden. Deze waarde hoeft beslist niet gelijk te zijn aan de belasting die de robot bij volle snelheid en maximale uittrekking kan verwerken. De maximale belasting is niet alleen afhankelijk van de sterkte van de arm, maar ook van de snel-

heid waarmee de belasting wordt voortbewogen en de versnelling/-vertraging waarmee dat gebeurt.
In de tabel zien we tevens de belastingscapaciteiten van de drie voorbeeldrobots opgegeven. Er zijn robots die slechts 150 gram kunnen tillen, maar ook die 13,6 kg kunnen verplaatsen. Doorgaans is de belasting van een eenvoudige robot minder dan die van een gecompliceerde robot. Eenvoudige robots, zo zal later blijken, zijn doorgaans veel nauwkeuriger.

Snelheid

De snelheid waarmee de manipulator zich kan voortbewegen is bepalend voor de cyclustijd van de robot, dat is de hoeveelheid tijd die nodig is voor het uitvoeren van een volledige serie handelingen. De hoeveelheid belasting en de lengte van de manipulator vormen belangrijke factoren die bepalend zijn voor de snelheid. In tabel 2 kunnen we de snelheid van de drie voorbeeldrobots vergelijken. Deze robots hebben een kortere cyclustijd dan de meeste complexere robots. Wat ze aan belastingscapaciteit tekort komen, maken ze weer goed op de cyclustijd. Een zeer belangrijk punt is dat de robot even snel of sneller moet zijn dan de cyclustijd van de machine of lopende band die hij bedient.

Nauwkeurigheid

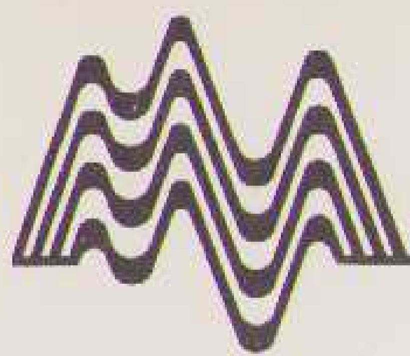
De nauwkeurigheid wordt gedefinieerd als de herhaalbaarheid van een bepaalde positie. Simpel gezegd wordt de nauwkeurigheid bepaald door de kleinste afstand waarmee de robot zijn manipulator in de buurt kan krijgen van een gegeven punt. De herhaalbaarheid is in feite de mogelijkheid om de manipulator weer op hetzelfde punt te krijgen bij de volgende cyclus. Kleine verplaatsingsrobots, zoals die uit tabel 2, zijn heel wat nauwkeuriger dan grote robots. Heel normaal is een plaatsingsnauwkeurigheid en herhaalbaarheid van ± 0.025 mm tot ± 0.2 mm (enkele eenvoudige robots zelfs ± 0.01 mm).

Aandrijving

Robots worden aangedreven, of geplaatst, op hydraulische of pneumatische wijze of door electrische motoren of door een combinatie van deze technieken. Zeer eenvoudige robots worden vaak mechanisch aangedreven door beweegbare armen en nokkenschijven. Mechanisch aangedreven robots zullen we verder niet behandelen omdat ze eigenlijk geclassificeerd moeten worden onder de automaten. Over het algemeen genomen is een pneumatische installatie het geschiktste voor snelle bewegingen en geringe belastingen. Een hydraulische aandrijving biedt de mogelijkheid een zware belasting te positioneren en gedurende lange tijd daar te houden zonder dat er slip optreedt. Aan de andere kant is een electrische aandrijving het eenvoudigste te regelen. De meeste eenvoudige robots hebben een pneumatische aandrijving. Een belangrijk voordeel van de pneumatische aandrijving ten opzichte van de hydraulische, is de prijs. Een pneumatische installatie kan worden aangedreven door gewone lucht, terwijl men meestal voor iedere eenheid afzonderlijk een hydraulisch systeem moet installeren. Een interessante hybride-aandrijving zien we bij de Auto-Mate. Hier wordt gebruik gemaakt van gewone lucht voor het aandrijven van oliegevulde cylinders, die op hun beurt de manipulator bewegen. Pneumatische, hydraulische en electrische aandrijfsystemen zullen we in een later stadium uitvoeriger behandelen.

Besturingsapparaten

Het grote onderscheidende verschil tussen een robot en een automaat is de leermogelijkheid. Eenvoudige robots zijn eigenlijk automaten die men kan besturen door het instellen van stops en het afregelen van nokkenschijven of programmaschijven, maar deze apparaten kunnen verder niets leren. Eenvoudige robots zijn doorgaans zeer beperkt in de hoeveelheid informatie die ze kunnen opslaan. Als regel geldt dat de programma's slechts informatie bevatten over volgorde en tijd, ofschoon tegenwoordig wel enige vertakkingsmogelijkheden en subroutines mogelijk zijn bij eenvoudige robots, en dat komt doordat besturingsapparaten op basis van een microcomputer of microprocessor steeds goedkoper worden. In tabel 2 zien we welke besturingsapparaten gebruikt worden voor eenvoudige robots. Eenvoudige robots hoeven slechts simpele specifieke taken te verrichten en er is dus geen enorm groot geheugen nodig; vandaar ook eenvoudige besturingsapparaten. Het besturingsapparaat voor de robots van Seiko kan of mechanisch of electronisch zijn. In zijn eenvoudigste vorm hoeft een besturingsapparaat alleen maar een programma in een vaste volgorde uit te voeren. Men dient een besturingsapparaat te kiezen dat in overeenstemming is met de eisen die gesteld worden aan de taak die de robot krijgt uit te voeren. Het mechanische besturingsapparaat dat in ***figuur 11a*** is afgebeeld, is toereikend voor eenvoudige op zichzelf staande toepassingen, zoals het voeden van een pers. Voor gecompliceerdere geïntegreerde systemen waarvoor lange programma's nodig zijn, meerdere regelschakelingen met terugkoppeling, flexibiliteit bij het programmeren, is een electronisch programmeerbaar besturingsapparaat meer dan voldoende.
De ***Auto-Place*** robot wordt doorgaans bestuurd door een luchtregelsysteem, zoals is afgebeeld in ***figuur 11b.***
Dit regelsysteem bestuurt de opeenvolgende robotbewegingen door het inschakelen van kleine kleppen die zich in een bepaalde schakeling bevinden op een volgordebepalende module. Wanneer de ene beweging is voltooid, wordt de volgende weer opgestart. De besturing werkt een serie bewegingen af, totdat de hele cyclus is voltooid. Deze serie handelingen kan daarom ook op ieder gewenst moment worden onderbroken door sensoren, stopschakelaars of andere externe signalen. De Auto-Place robots worden hoofdzakelijk door middel van lucht bestuurd, maar er zijn ook halfgeleider of bedrade besturingsapparaten verkrijgbaar. De Auto-Mate maakt gebruik van een besturingsapparaat op basis van lucht of halfgeleiders. In ***figuur 11c*** zien we een halfgeleider besturingsapparaat, waarbij de gewenste programmastappen eerst op een speciale kaart worden uitgerekend. Na deze berekening moet men een stel knoppen indrukken, waardoor het programma in het besturingsapparaat wordt ingevoerd. Deze



A
Seiko mechanisch besturingsapparaat

B
Auto-Place besturingsapparaat op basis van lucht

C
Auto-Mate halfgeleider besturingsapparaat

Fig.11. Een aantal besturingsapparaten voor eenvoudige robots.

programmeerbare machine kan 256 afzonderlijke programmastappen in zijn geheugen opslaan.

In werking

in ***figuur 12*** zien we een schets van de *Seiko SMT-700* robot, die de taak heeft een freesmachine automatisch te voeden. In dit specifieke geval worden glijspiën gefreesd voor versnellingsbakassen van een auto. De asjes worden in de freesmachine gestoken, waarbij ze aan één kant worden afgefreesd. Daarna moet de as worden omgekeerd zodat de andere kant kan worden afgefreesd. Voor deze taak moet de robot kunnen beschikken over drie bewegingsmogelijkheden: verticaal, horizontaal en zwaaien, plus een mogelijkheid de grijper over 180° te draaien. De asjes worden na het frezen via een schudband weggevoerd, waarbij ze telkens automatisch van elkaar worden gescheiden. De robot moet nu de volgende serie handelingen verrichten:

1. *De manipulator zakt.*
2. *De grijper grijpt een asje.*
3. *De manipulator gaat omhoog en de arm wordt ingetrokken.*
4. *De robot draait 90° naar links.*
5. *De manipulator schuift naar buiten.*
6. *De manipulator gaat naar beneden.*
7. *De grijper laat de as los.*
8. *De manipulator gaat omhoog (op dit moment vindt het frezen plaats).*
9. *De manipulator gaat omlaag.*
10. *De grijper grijpt de as.*
11. *De manipulator gaat omhoog en de arm wordt ingetrokken.*
12. *De grijper draait (de as draait 180° om).*
13. *De manipulator schuift naar buiten.*
14. *De manipulator gaat omlaag.*
15. *De grijper laat de as los.*
16. *De manipulator gaat omhoog (op dit moment wordt de as aan de andere kant gefreesd).*
17. *De manipulator gaat omlaag.*
18. *De grijper grijpt de as.*
19. *De manipulator gaat omhoog en de arm wordt ingetrokken.*
20. *De grijper laat de as vallen (in de vulbak).*
21. *De robot draait 90° naar rechts.*
22. *De manipulator schuift naar buiten en de cyclus wordt herhaald.*

Voor het uitvoeren van deze taak zijn dus 22 afzonderlijke stappen nodig. Eenvoudige robots zijn erg beperkt in het aantal bewegingen dat ze kunnen uitvoeren en ze zijn dus erg afhankelijk van aan- en afvoerapparatuur.

De middelmatig complexe robot

De middelmatig complexe robot van vandaag was gisteren een zeer geavanceerde robot. Dit type robot wordt toegepast voor het laden en lossen van machines of het overbrengen van materiaal, waarbij de zaak van het ene punt naar het andere moet worden overgebracht. In ***tabel 3***

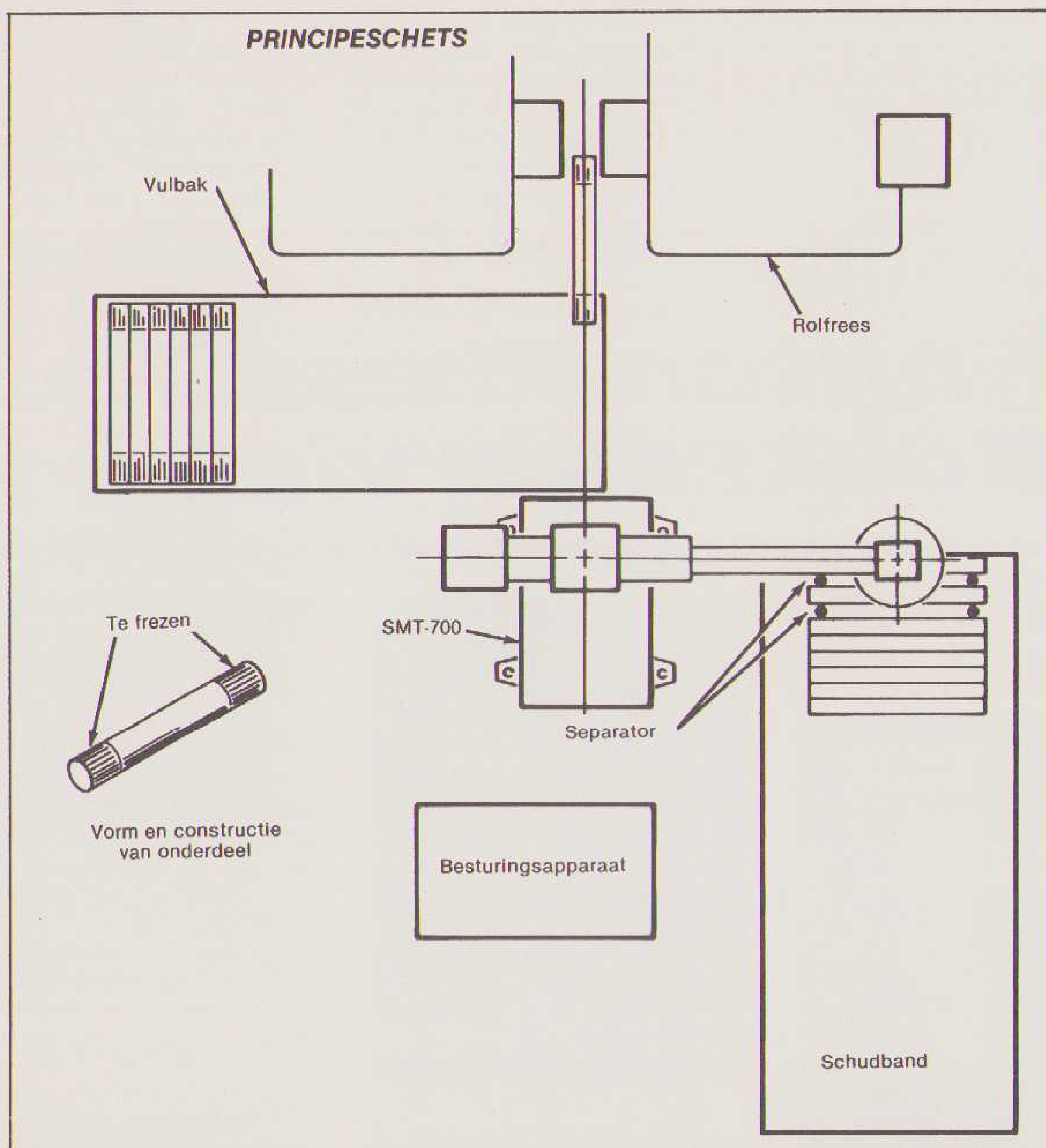


Fig.12. Een industriële freesbewerking waarbij een eenvoudige robot is ingeschakeld.

TABEL 3		
	UNIMATE 1000	PRAB 4200HD
Assen van beweging:	Horizontaal(in/uit)	1.8 - 2.24 m 1.0 - 2.08 m
Zwaaien (links/rechts)	208°	250°
Heffen (schouder)	30° boven verticale beweging, 26° onder verticale beweging	10° boven verticale beweging, 10° onder verticale beweging
Buigen van pols	90° binnen 180°	90° binnen 180°
Zwaaien pols, horizontaal	90°	
Draaien pols, verticaal		180°
Belasting	22.7 kg	56.7 kg
Snelheid	914 mm/s	1.02 m/s
Nauwkeurigheid	± 1.27 mm	± 0.2 mm
Aandrijving	Hydraulisch (pneumatische grijper)	Electrohydraulisch (mechanische grijper
Besturing	Halfgeleider	Draaiende trommel

Tabel 3. De eigenschappen van een tweetal middelmatig complexe robots.

zien we een aantal eigenschappen van twee robots uit deze categorie. Op het eerste gezicht ziet het ernaar uit, dat de eigenschappen zo'n beetje hetzelfde zijn als die van eenvoudige robots. Dat is zeker niet het geval, vergelijk de eigenschappen maar eens nauwkeurig met die uit tabel 2.

Assen

Een middelmatig complexe robot heeft niet alleen meer bewegingsassen, maar hij kan tevens langs iedere as een grotere afstand afleggen dan een eenvoudige robot. Een eenvoudige robot heeft 2 à 4 assen van beweging, terwijl een middelmatig complexe robot er maximaal 6 kan hebben. De verticale as is vervangen door een stijgas (de schouder), terwijl de horizontale en de zwaai-assen verder kunnen reiken. Vanwege deze grotere bewegingsvrijheid kan een robot uit deze categorie meerdere machines tegelijk bedienen. De middelmatig complexe robot heeft daarnaast een grotere graad van vrijheid aan het uiteinde van de manipulator, omdat de pols kan buigen, draaien en zwaaien (zie figuur 3). Een aantal robots heeft eindstops voor het beperken van de afgelegde weg langs iedere as, terwijl andere robots langs een gegeven as meerdere stops kunnen maken.

Belasting

Uit tabel 3 blijkt dat de belasting van een middelmatig complexe robot heel wat hoger mag zijn dat bij een eenvoudige robot. Deze grotere belastingscapaciteit vergroot de mogelijkheden van een robot. De robot kan nu zwaardere onderdelen van de ene machine naar de andere machine transporteren. We denken daarbij aan een blaasoven of een ander zwaar object, waarvoor vroeger de mens werd ingeschakeld. De maximale belasting die men van een **middelmatig complexe robot** mag verwachten ligt zo bij de 68 kg.

Snelheid

Uit tabel 3 lezen we verder af dat een middelmatig complexe robot ongeveer even snel is als een eenvoudige robot. Een belangrijk gegeven dat we moeten onthouden, is dat beide robots welliswaar op dezelfde snelheid kunnen werken, maar de cyclustijd van de middelmatig complexe robot kan daarbij veel groter zijn. Dat ligt aan de aard van de taken die een geavanceerde robot nu eenmaal zal moeten uitvoeren. Eenvoudige robots hoeven alleen maar kleine objecten te verplaatsen, terwijl de machinetijd vrij kort is. Een geavanceerdere robot bedient een machine die ingewikkelder handelingen uitvoert aan het object in kwestie en dat duurt nu eenmaal langer. Vandaar dat de cyclustijd meestal ook veel groter is.

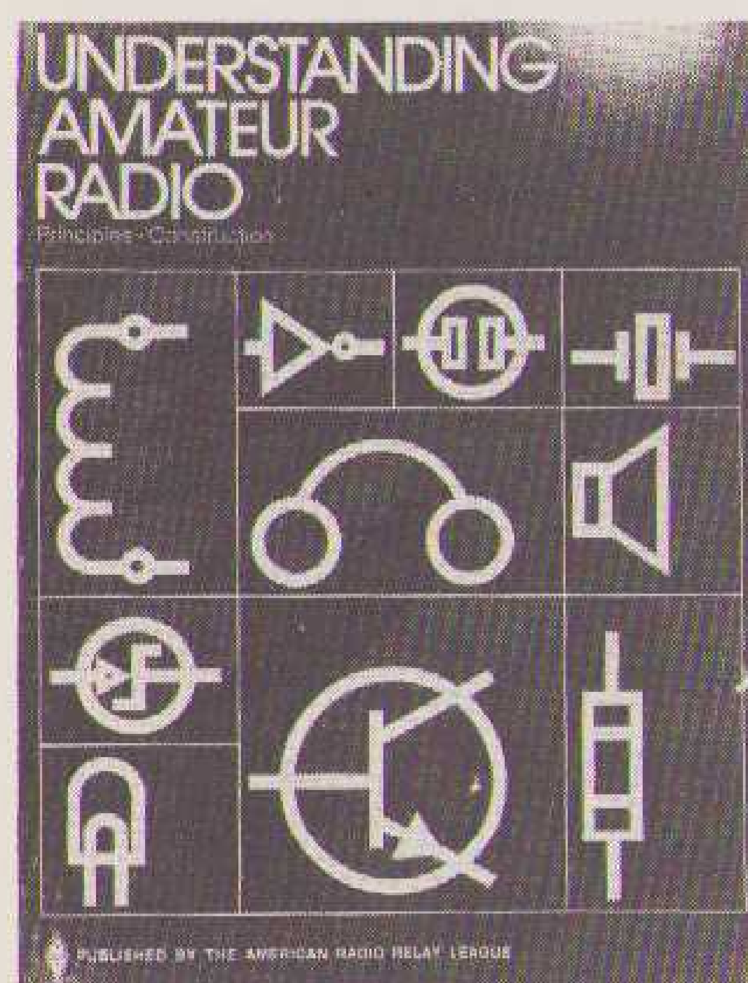
Tot zover deze maand.

Nanton Press Boekenservice

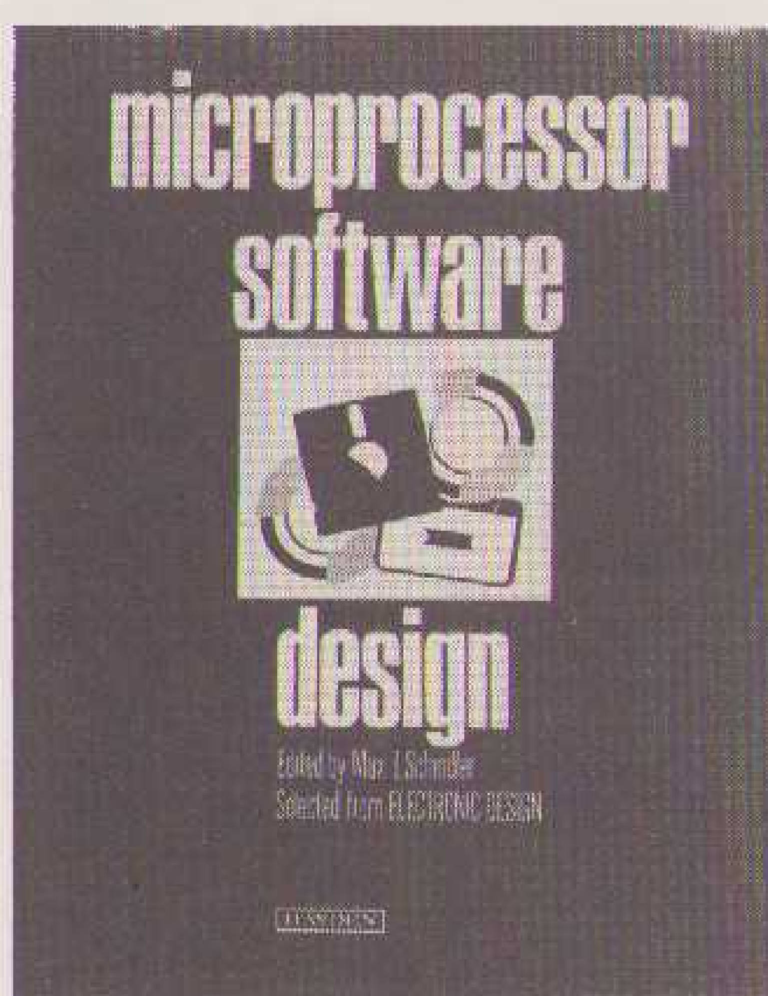
WEER EEN AANTAL VOORDELIGE BOEKEN. U kunt deze boeken bestellen door het opsturen van een WEL ondertekende, doch NIET ingevulde betaal- of girokaart in een gesloten enveloppe naar:

NANTON PRESS BV.
Afd. Boekenservice
Postbus 93
3720 AB Bilthoven.

Voor administratie- en verzendkosten wordt f 4,50 in rekening gebracht. ZICHTZENDINGEN ZIJN MOGELIJK. U dient de boeken dan in onberispelijke staat binnen 5 dagen te retourneren. De verzendkosten komen voor uw rekening; het bedrag van de retourgezonden boeken wordt dan aan u overgemaakt.

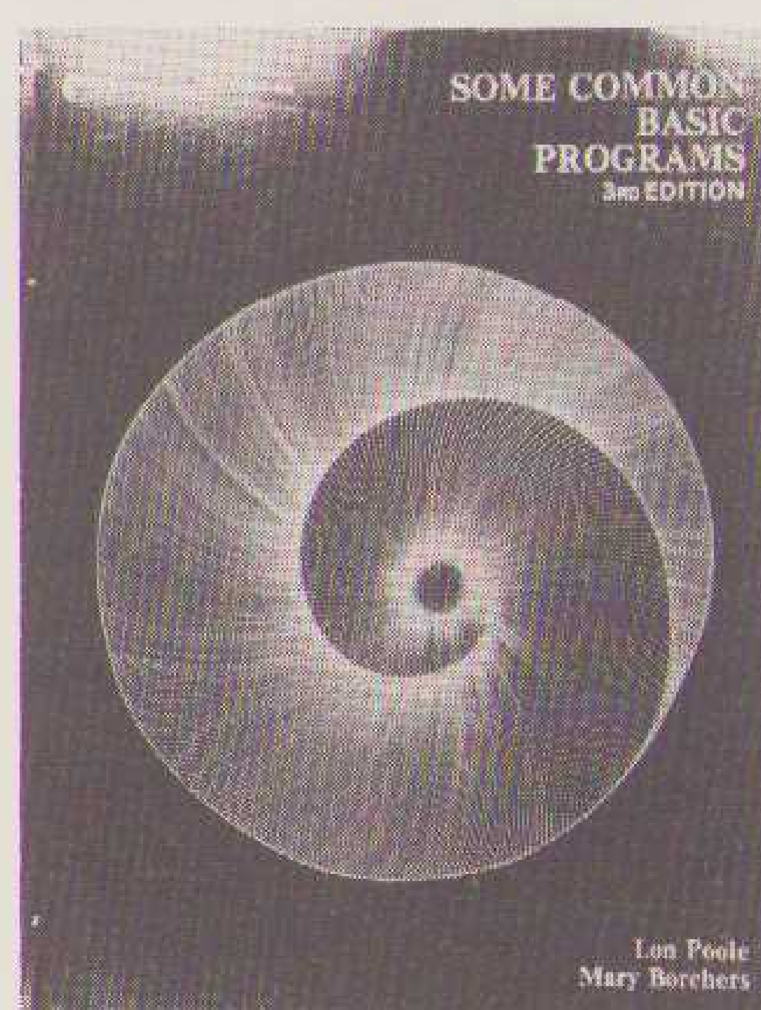


UNSTANDING AMATEUR RADIO
Een ARRL boek. Hierin wordt op duidelijke wijze de bouw en constructie beschreven van zenders en ontvangers, van voedingen en antenne systemen, van practische meetapparaten en nog veel meer. Echt een boek waar de zendamateur iets aan heeft. Veel tips en duidelijke voorbeelden.
Bestelnr.: 625 **Prijs f 25,00**



MICROPROCESSOR SOFTWARE DESIGN
Door M.J.Schindler, een HAYDEN publicatie, 289 blz. Echt een practisch boek, vol met nuttige tips, zowel voor de hardware-man als de programmeur. Zaken als het verhogen van de snelheid, het vermijden van beeld-bibber, BASIC en Pascal enz. komen aan de orde. Practische schakelingen, flowcharts, listings enz. Een goed naslagwerk.
Bestelnr.: 740 **Prijs f 39,50.**

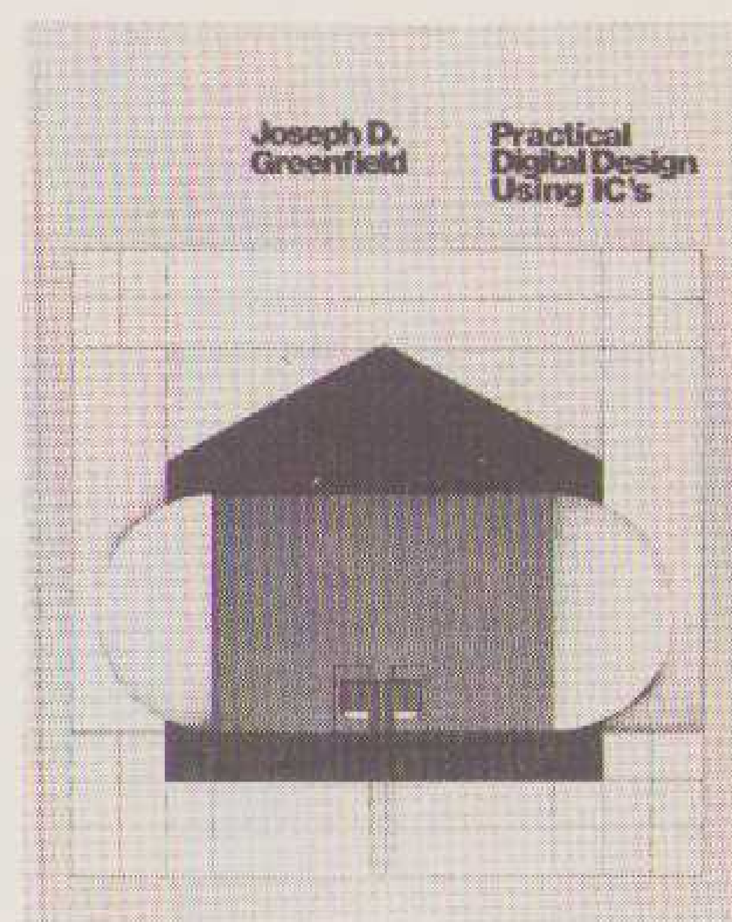
DIGITAL EXPERIMENTS
Door R.Gasperini. Een Hayden-uitgave. Een werkboek vol met IC-experimenten. Het begin is erg eenvoudig, om dan aan de hand van heel veel 'data-sheets' verder te graven. Het is net een gedegen cursus in het practisch werken met IC-schakelingen. Dit boek vormt een zeer interessante aanvulling op de serie WERKEN MET DIGITALE SCHAKELINGEN als opgenomen in INFORMATRONICA.
Bestelnr.: 214 **Prijs f 26,75.**



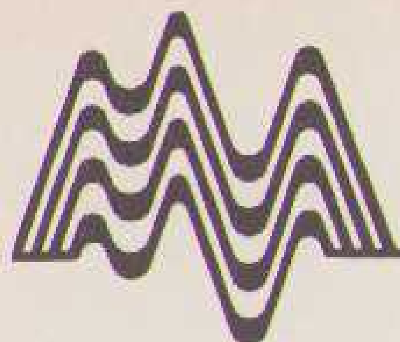
SOME COMMON BASIC PROGRAMS
Een PET / CBM uitgave, door Lon Poole. Hierin vindt U 76 programma's kompleet met source listing en uitgebreide documentatie. Deze programma's zijn zonder meer eenvoudig op uw PET of CBM computer in te typen en dan werken deze direct. In dit boek geen spelen, maar vooral financiële- en wiskundige programma's. Een boek voor de student, boekhouder, manager enz. Een boek dat zijn geld met één programma reeds terugverdient!
Bestelnr.: **Prijs NU f 45,00.**

MICROPROCESSOR COOKBOOK
Door M.Hordeski, een TAB-boek. Zowat alles over de vele verschillende microprocessors vindt u in dit boek op eenvoudige wijze beschreven. De hele reeks van 6800, 8085, 8086, Z80, Z8000, RCA 1800 enz. Het behandelt hoe en waar ze gebruikt worden evenals zaken als floppie drive aansluitingen , interfaces enz. Gewoon een goed en goedkoop boek.
Bestelnr.: 646 **Prijs f 26,95.**

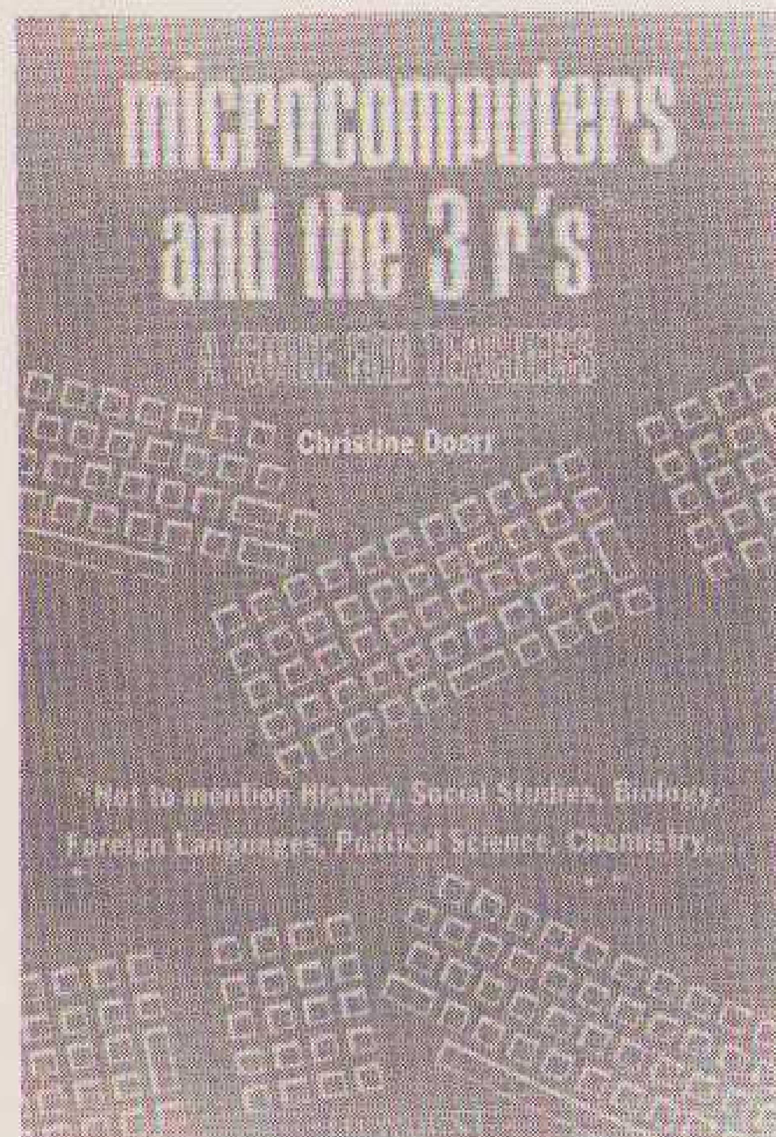
SERVICING HOME VIDEO RECORDERS
Door M.Hobbs, 237 blz. Echt een boek voor een ieder die met videorecorders te maken heeft. Niet alleen practische tips voor de service technicus, doch evengoed vele tips voor het optimaal gebruiken ervan. Veel tekeningen en foto's, ook van scoopbeelden, maken de tekst duidelijk. Uiteraard komt ook de opname camera en de monitor aan bod; kortom een zeer veelzijdig practijkboek.
Bestelnr.: 6527 **Prijs NU f 49,00.**



PRACTICAL DIGITAL DESIGN USING IC's
Door J.Greenfield. Dit is een boek voor digitaal ontwerpers. Een studieboek welke het geheel gebied omvat; te beginnen met binaire getallen, Boolean algebra om dan via de logische schakelingen naar de practische schakelingen als Multiplexers, geheugens, computer interfaces, modems en display generators over te stappen. Een standaardwerk met tal van voorbeelden, schema's, foto's enz. Een onmisbaar boek voor zowel de studerenden als de practijk-man. 569 blz., gebonden.
Bestelnr.: 515 **Prijs f 77,50, TIJDELIJK VOOR f 65,00.**



IC ARRAY COOKBOOK
Door W.G.Jung. Een IC array is eenvoudig gezegd een IC samenstelling, bestaande uit veelal transistoren, weerstanden e.d. In dit boek komen veel van deze schakelingen, die U zelf kunt bouwen, aan de orde. Spanningsregelaars, versterkers, oscillatoren enz. worden als schakeling besproken, waarbij de verschillende waarden worden aangegeven.
Bestelnr.: 267 **Prijs f 27,50.**

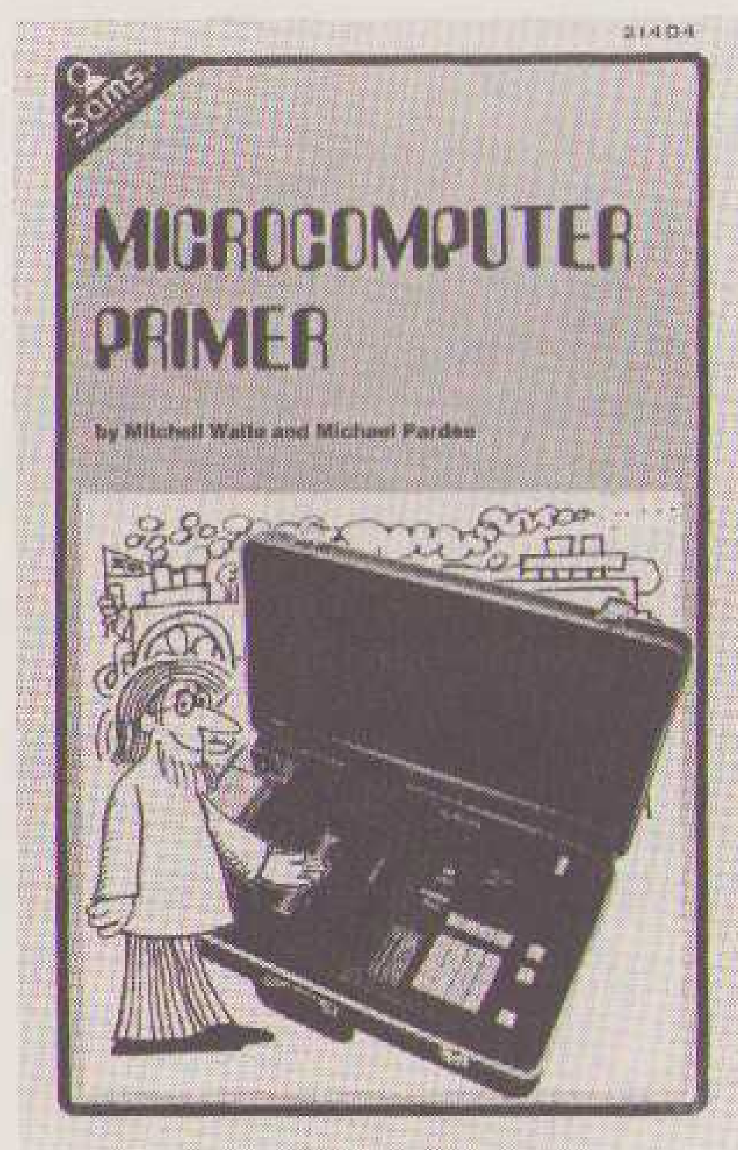


MICROCOMPUTERS AND THE 3 R's
Een handleiding speciaal bedoelt voor leraren en voor opleidingen. Het geeft op practisch uitvoerbare wijze aan hoe de microcomputers als instructiemiddel gebruikt kan worden. Het begint met basis informatie omtrent micro's en gaat dan over tot een aantal practijk mogelijkheden. Grootste gemene deler, trigoniometrie, instructie simulatie en ook educatieve spelen. Last but not least CAI - Computer Assisted Instruction. Een zeer aanbevelenswaardig boek.
Bestelnr.: 736 **Prijs f 26,50.**

MOSFET CIRCUITS GUIDEBOOK
Door R.Turner, een zeer bekende schrijver op dit gebied. Dit keer meer dan 100 geteste projecten, met aangegeven waarden, om zo na te bouwen. Uiteraard met volledige beschrijving. Een practisch en leerzaam boek.
Bestelnr.: 335 **Prijs NU f 25,00.**

EXPANSION HANDBOOK FOR THE 6502 en 6800
Een boekwerkje voor de knutselaar. Hierin wordt op eenvoudige wijze toch heel nuttige apparatuur als een CPU print, een toetsenbord, een cassette interfacekaart, PROM-kaart, digitale I/O kaart en een 2716 EPROM-programmer niet alleen beschreven, doch ook gemaakt. In dit boek staan hiervoor de printlayouts, onderdelen opstelling enz. Een leerzaam boekje voor de enthousiaste computer-zelfbouwer.
Bestelnr.: 712 **Prijs van f 21,50**
NU VOOR f 15,00.

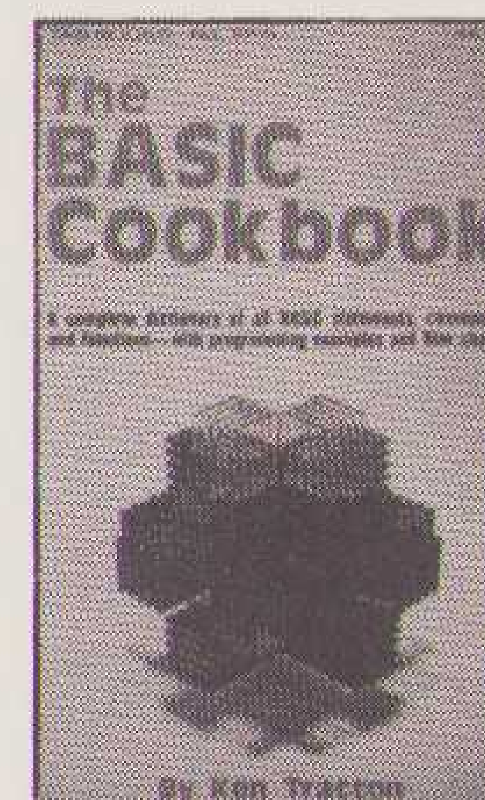
INTRODUCTION TO MEDICAL ELECTRONICS
Door B.Klein. Een ieder die in een technische afdeling van een medisch centrum, een ziekenhuis, verpleeginrichting of wat dan ook met de daar aanwezige technische apparatuur te maken heeft zou dit boek moeten lezen. Zeer veel nuttige informatie, gegevens welke men niet vaak zo uitgebreid en toch leesbaar aantreft. Electromedische apparaten, het gebruik hiervan, veiligheid van de patiënt, toekomst van de medische electronica enz. En voor het geld hoeft U het niet te laten
Bestelnr.: 481 **Prijs f 12,75.**



MICROCOMPUTER PRIMER
Door M. Wait. Als u uit hoofde van uw beroep of voor het aanschaffen van een micro meer wilt of moet afweten van het fenomeen MICROCOMPUTER met alles er op en er aan, dan is dit voor u een van de meest geschikte boekwerkjes. Het geeft in vogelvlucht een beeld van de opbouw van een micro, iets over de hardware en software en over geheugens. Het is een technisch boekje die de zaken technisch uit de doeken doet. Wilt u algemene informatie, kies dan een ander introboek. Dit boek gaat niet diep, doch geeft wel grondig de informatie die u als bijv. technisch verkoper nodig zal hebben.
Bestelnr.: 255 **Prijs f 32,00**



MICROPROCESSOR SOFTWARE DESIGN. Ook een boek vol programmeergegevens, overdrukken uit **Electronic Design.** 290 blz vol met interessante overdrukken uit dit toonaangevend tijdschrift. Onmisbaar voor elke programmeur.
Bestelnr.: 740 Nu de laatsten van f 39,50 voor slechts f 25,00.



THE BASIC COOKBOOK, Door Ken Tracton. U wilt toch eindelijk iets meer aan Uw computer doen. Daarvoor moet U dan toch iets meer van de programmeertaal afweten. Dan heeft U een niet te moeilijk **BASIC handleiding** nodig. Dan is dit een van de meestgeschikte boekjes voor U. Dit is een complete handleiding met duidelijk en goed al de **BASIC** statements, instructies, en alle functies. Uiteraard veel diagrammen; flowcharts enz. **Nu erg VOORDELIG AAN TE SCHAFFEN**
Bestelnr.: 490 Nu van f 28,75 voor maar f 20,00.



PCC´s REFERENCE BOOK Door Dwight McCabe. Een reeds lang bestaand boek met een schat aan gegevens. Alle adressen welke men al zo lang hebben wou, listings en gegevens over computers, kortom, zijn geld meer dan waard.
Bestelnr.:128 nu voor slechts f 15,00

BOEKEN BESTELBON

NR.	AANTAL	TITEL	BEDRAG
		TOTAAL f	

Prijzen zijn **incl.** BTW **excl.** f 5,— verzendkosten. Onder rembours f 7,50 extra.

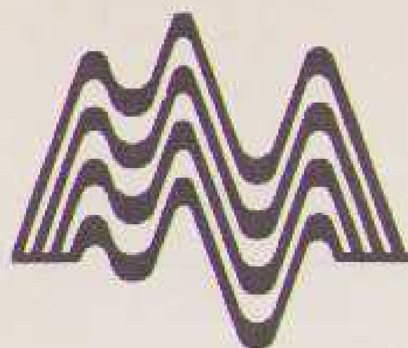
☐ Ik sluit hierbij een wel ondertekende, doch niet ingevulde giro- of bankbetaalkaart.
☐ Stuurt u mij de boeken maar onder rembours.

HANDTEKENING:

NAAM:........................... BEDRIJF:.................

ADRES:........................... POSTCODE:..............

WOONPLAATS:.................... TELEFOON:.............



De muis: een draadloze digitizer

Geen wieltjes, geen tandradjes, geen potmeters, geen rolpennen, geen lichtpen, geen aanraakscherm, geen joystick, geen besturingstoetsen op de terminal, geen snoer. Wat dan wel? Een bijzonder handige draadloze cursor voor een ultradun digitizertablet, gemaakt door ***Display Interface Corporation.****

Het Amerikaanse bedrijf Display Interface Corporation produceert sinds vorig jaar zomer een digitizer met de naam Datawafer, met als grootste bijzonderheid een volledig draadloze opnemer voor het digitizertablet. Er bestaan drie uitvoeringen van die opnemer: een tekenpen, een cursor en een "muis", waarover later meer. DIC heeft doelbewust voor een draadloze opnemer gekozen. Hierdoor ontstaan voordelen, die andere fabrikanten nog niet kunnen bieden. Het komt immers vaak voor dat het snoer tussen opnemer en tablet in de weg zit, vooral als we snel van de ene hoek van de tekening naar de andere willen springen. Een andere narigheid is dat het snoer in de war kan raken, vooral bij gecompliceerde tekeningen gebeurt dat snel. Een derde nadeel is dat een snoer wel eens kan breken. De ontwerpfilosofie van DIC heeft zich niet alleen maar beperkt tot het maken van een snoerloze opnemer. Ook het tablet zelf heeft een speciale vormgeving meegekregen. Het tablet is slechts 5 mm dik! Bovendien geeft de opnemer nog nauwkeurige plaatsinformatie door als hij 7 cm boven het tablet zweeft! De voordelen van deze techniek zijn duidelijk: het tablet kan bijvoorbeeld onder een bureauoppervlak worden weggewerkt. In de navolgende hoofdstukjes gaan we dieper in op de bijzondere eigenschappen van het volledige Datawafer systeem.

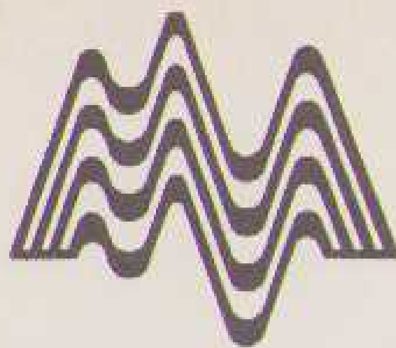
De digitizer

De Datawafer digitizer is compatible met DEC en hij heeft een RS-232 poort, waarop één van de drie volgende besturingsorganen kan worden aangesloten:
— Een tekenpen, waarmee snel, maar wel globaal, getekend kan worden.
— Een cursor, waarmee de gegevens zeer nauwkeurig kunnen worden aangewezen.
— Een 'muis', een goed in de hand liggend kastje met een nauwkeurige kruislijn en 1,3,4,12 of 16 toetsen erop voor het doorgeven van data of instructies in de richting van de terminal.
De signaalbewerkingselectronica en de interface zitten in de digitizerbehuizing.

Het datatablet

Het tablet zelf bevat alleen maar passieve plaatsbepalingselementen en geen electronica. Daardoor kon de dikte gereduceerd worden tot slechts 5 mm, wat inbouwen sterk vereenvoudigt. Normaal gesproken zit de electronica in een afzonderlijke digitizerkaart, maar OEM-fabrikanten hebben de mogelijkheid een order te plaatsen waarbij de electronica onderaan het tablet wordt gemonteerd. De dikte van het geheel wordt dan slechts 2,5 cm. Er kan uit ver-

Display Interface Corporation,
P.O. Box 250,
Milford (Connecticut) CT 06460 USA.
Tel. (203) 877-7661.



schillende tabletafmetingen worden gekozen uiteenlopend van het formaat van een visitekaartje tot 50 cm in het vierkant. De randen zijn zo smal mogelijk gehouden, waardoor het bruikbare gebied groter is dan u zou verwachten. Samen met de geringe dikte draagt dit bij tot een interessante ruimtebesparing, zodat alle dataverwerkingselementen gemakkelijk op een bureau kunnen worden geplaatst. Het oppervlak van het tablet bestaat uit een zeer vlakke kunststof plaat die een volledig verzegelde behuizing vormt. Met een lijntje is het werkzame gebied aangegeven. Men kan kiezen uit een volkomen ondoorzichtig tablet of een transparant tablet voor doorzichtprojectie. Dankzij het uitgekiende ontwerp is het tablet ongevoelig voor gemorste vloeistoffen, voor vocht en andere storende omgevingsinvloeden, zoals tocht, geluid, temperatuursveranderingen, magneetvelden of electrisch geleidend materiaal. Onder alle omstandigheden blijft de nauwkeurigheid 0,25 mm. De aftastsnelheid bedraagt 100 maal per seconde.

De opnemers in het algemeen en de 'muis' in het bijzonder

Zoals we reeds vermeldden zijn er drie soorten opnemers: een tekenpen, een cursor en een 'muis'. Alle drie werken ze op herlaadbare batterijen (de muis op 9V) en alle drie geven ze de absolute X en Y coördinaten van de aangewezen locaties nog exact door wanneer ze een eindje boven het oppervlak van het tablet worden gehouden. De muis geeft de informatie nog exact door wanneer hij 7 cm boven het oppervlak zweeft. De muis maakt namelijk geen gebruik van licht, maar van electromagnetische koppeling via een drietraps trafootje. Zodoende kan de muis bij alle verlichtingsniveau's worden gebruikt. Ondanks de batterijvoeding is het onderhoud slechts gering: de lading van de batterij gaat ongeveer een half jaar mee.

Speciale tabletten: Mousepad en Desk Mate

Voor toepassingen met de 'muis' is een speciaal tablet ontwikkeld. Het tablet zelf is 23 x 28 cm groot en 0,5 cm dik. Het actieve werkgebied bedraagt 15 x 20 cm. De electronica van dit tablet is alleen voor de muis geschikt, dus niet voor de twee andere opnemers. Dit tablet is verkrijgbaar met een standaard MH of HX interface.
De Desk Mate digitizer bestaat uit een tablet van 30 cm in het vierkant en hij lijkt op een gewone bureauonderlegger. De regelelectronica bevindt zich onder een 7 cm brede rand aan de bovenzijde van het tablet. De voeding van het apparaat geschiedt via een speciale netstekertrafo en deze oplossing maakt het apparaat tot een compacte en attractieve digitizer.

Toepassingen

Datawafer is een digitizersysteem voor het 'kleine werk'. Het grootste tabletoppervlak is immers 50 x 50 cm. Alle bewegingen van de cursor over het tablet worden exact vertaald in bewegingen op het beeldscherm van de terminal. Op deze wijze wordt het dus mogelijk grafieken en tekeningen nauwkeurig in de computer in te voeren. Een andere toepassing is bijvoorbeeld het via de digitizer, rechtstreeks op het beeldscherm aanwijzen van een item uit een menu. De extreme platheid van het tablet kan goed benut worden door het tablet onder een bureau- of tekentafelblad te monteren. Dankzij de grote mogelijkheden worden de toepassingen slechts beperkt door uw eigen fantasie!

Verkrijgbaarheid

Display Interface Corporation richt zich in hoofdzaak op de OEM-fabrikant. Zo'n fabrikant is in staat een grotere order te plaatsen en hij zorgt zelf voor de verdeling van de bestelde producten. Hierdoor kan de prijs van het digitizersysteem laag blijven, wat vooral voor gebruikers van personal computers en kleine zakelijke systemen erg interessant is. Een bijkomend voordeel, wat al min of meer uit de vorige hoofdstukjes naar voren kwam, is dat een OEM-fabrikant zijn eigen specificaties kan stellen, binnen de door DIC gestelde grenzen. Dit betekent een optimale aanpassing en bruikbaarheid voor de toepassing in kwestie.

Bijdragen gevraagd.

In het voorwoord heeft u reeds kunnen lezen dat wij graag bijdragen van u willen ontvangen. Wij vragen vooral (kleine) electronica projecten, door u gebouwde schakelingen of artikelen voor de lezers van dit blad, de electronica en informatica betreffend. Wij hebben reeds eerder gezegd dat dit gebied zeer omvangrijk is, en dat buiten de microcomputers ook meetinstrumenten en communicatie in de ruimste zin van het woord daartoe kunnen worden gerekend. Uiteraard ook viditel en viewdata schakelingen. Modems en aansluitingen van verschillende randapparatuur op de diverse microcomputers en de communicatietalen zoals listings. **Informatronica** richt zich duidelijk op de nieuwe richting die de electronica opgaat, voornamelijk de digitale techniek en van de gegevens(data)-overdracht. Een breed terrein dus, waar vast veel over te schrijven is.
Het zal u duidelijk zijn dat wij er de voorkeur aan geven om dit 'van eigen bodem' te krijgen, eerder nog dan het vanuit een andere taal te moeten vertalen.

Hoe uw manuscript te maken?

Door uw artikel uit te typen met een dubbele interlinie tussen de regels. Houdt 5 cm vrij van de linkerkantlijn. Schema's met zwarte inkt. Listings s.v.p. met een (nieuw) zwart inktlint, zodat ze direct fotografeerbaar zijn. Houdt uzelf altijd een copie.

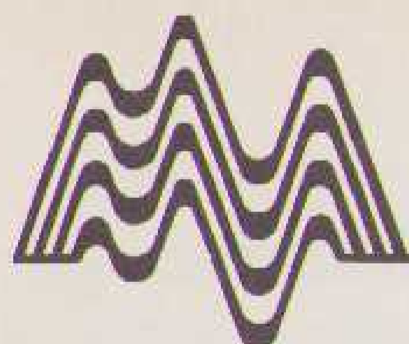
Hoe op te sturen?

Stuur uw manuscripten aan:
NANTON PRESS B.V., t.a.v. redactie Informatronica. U krijgt als regel binnen 14 dagen bericht of en zo ja, wanneer uw artikel wordt geplaatst.

Wat levert het op?

Wij vergoeden bij plaatsing de totale projectkosten, d.w.z. de prijs door u betaald voor de bouw van het door u gemaakt project, dat uiteraard uw eigendom blijft. Tevens wordt u voor elke opgenomen pagina in dit blad betaald en dat kan aardig oplopen. Bent u stylistisch niet zo goed, geen zorgen, dat doen wij dan wel.

Laat eens wat van u horen!



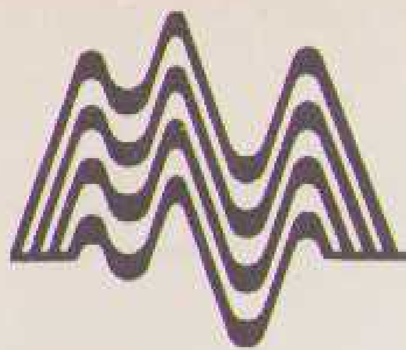
De FG 7000: frequentiemeter - functiegenerator

2 Meetapparaten in één kast. Met de ontwikkeling van deze 1 MHz functiegenerator met ingebouwde frequentiemeter is het ons weer eens gelukt de 7000-serie meetinstrumenten met een hoogwaardig apparaat uit te breiden. De specificaties spreken voor zich:



- **— Golfvormen: sinus, driehoek, zaagtand, blok en puls**
- **— Frequentiebereik (bij sinus, driehoek en blokgolf): van minder dan 1 Hz tot boven de 1 MHz(!)**
- **— Intern pulseerbaar door ingebouwde pulsgenerator**
- **— Extern pulseerbaar**
- **— Lineair FM en AM moduleerbaar**
- **— Aparte synchro-uitgangen voor functie- en pulsgenerator**
- **— Ingebouwde 1 Mhz frequentiemeter met hoogwaardige voorversterker, die ook apart kan worden gebruikt.**





Ondanks het grote aantal mogelijkheden van dit apparaat is het ons gelukt de frontplaat zowel overzichtelijk als harmonieus gestileerd te houden.

Gebruiksmogelijkheden en bediening

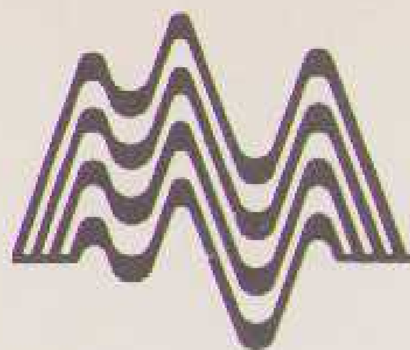
Het apparaat wordt ingeschakeld met de 2-polige netschakelaar. Daarnaast — onder het 6-digit display van de frequentiemeter — bevindt zich de frequentiemeter-ingang. Als de functiegenerator niet is gebouwd, zijn beide aansluitbussen direct na inschakeling van het apparaat gereed voor de meting. Indien echter de functiegenerator wel is gebouwd, moet de ***"functie"-schakelaar*** in de stand ***"uit"*** worden gezet om de frequentiemeter apart te kunnen gebruiken. In alle andere standen van de "functiegenerator" wordt namelijk de frequentie van de functiegenerator of van de pulsgenerator (indien deze is ingeschakeld) gemeten. In dit verband willen we nogmaals wijzen op de hoge kwaliteit van de in de frequentiemeter ingebouwde voorversterker. Diegenen onder ons, die zich reeds met breedbandversterkers hebben bezig gehouden, zullen wel weten wat voor problemen dat met zich mee kan brengen. Niet alleen de gevoeligheid is bepalend voor de kwaliteit van een voorversterker, maar zeker zo belangrijk is de stabiliteit over het totale meetbereik, d.w.z. dat er geen frequentieverdubbelingen etc. optreden.
Een ander belangrijk punt, waar meestal voorzichtigheidshalve niet eens op ingegaan wordt, is het gedrag van de voorversterker bij verschillende soorten golfvormen, zoals sinus, driehoek en blokgolven en bij pulstreinen met een extreme dutycycle. Aan al deze punten hebben wij de nodige aandacht besteed. Wat voor nut heeft tenslotte een frequentiemeter voor bijvoorbeeld uitsluitend sinusgolven. Een frequentiemeter, die niet meer betrouwbaar is zodra geen sinussignaal, maar een willekeurige pulserende golfvorm wordt aangesloten (te kleine of te grote afgelezen waarde of zelfs frequentieverdubbeling), is lang niet zo geschikt. We zullen deze problemen in het kort behandelen, omdat het totale probleemgebied nogal omvangrijk is.

Niet alleen de grote ongevoeligheid voor storingen bij een hoge signaalgevoeligheid is kenmerkend voor de in deze frequentiemeter gebruikte voorversterker, maar eveneens het verwerken van signalen met extreme golfvormen of pulstreinen met aan/uit (of andersom) verhoudingen tot 100.000 : 1 (!), zodat over een zeer groot bereik een betrouwbare aflezing mogelijk is. De gevoeligheid met een typische waarde van 30 mV_{eff} (aan de grenzen van het bereik iets minder gevoelig) kan tot ca. 10 mV_{eff} worden opgeschroefd als de terugkoppelweerstand ***R 73*** van 82K tot 100K (of nog iets meer) wordt vergroot. De meter wordt hierdoor overigens wel storingsgevoeliger en ook de pulstreindetectie zal nu niet verder komen dan van 1:1 tot maximaal 10:1. Practisch gezien is dit echter geen ramp (bij lage frequenties van de pulsgenerator treden echter wel grotere verhoudingen op). En daarmee komen we dan meteen aan bij de mogelijkheden van de functiegenerator zelf:
Om te beginnen het bereik. De instelling hiervan gebeurt met de 12-standen ***"bereik"-schakelaar.*** Hieraan is al meteen iets bijzonders te zien: Deze schakelaar stelt de frequentie namelijk niet alleen in decades (1 -10 - 100 enz.) in, maar er zijn ook nog tussenstanden (3 - 30 - 300 enz.). Het grote voordeel hiervan is dat de potmeter voor de fijn-instelling niet meer zoveel hoeft te worden gebruikt en nu dus bijvoorbeeld even snel van 1 kHz naar 3 kHz kan worden overgeschakeld en weer terug, waarna de frequentie weer precies 1 kHz is.
Het is vanzelfsprekend dat met de ***fijnregel-frequentieknop*** de frequentie binnen de afzonderlijke bereiken — net als bij andere apparaten — continue kan worden gewijzigd. Desondanks moet men de mogelijkheden van de "bereik-schakelaar" niet onderschatten. Met de onder de "frequentie"-potmeter geplaatste ***"functie"-schakelaar*** zijn de verschillende golfvormen instelbaar. De instelbare golfvormen zijn: ***sinus, driehoek, zaagtand, blokgolf en een pulstrein*** met een aan/uit verhouding van 5:1. Als de schakelaar in de stand "uit" wordt gezet is de functiegenerator uitgeschakeld en kan de frequentiemeter apart worden gebruikt.
Links boven de "functie"-schakelaar bevindt zich de ***"amplitude"-potmeter,*** waarmee de uitgangsamplitude (grootte van de uitgangssignaalspanning) van 0 tot maximaal kan worden ingesteld. Met de links daarnaast geplaatste en van dB-schaal voorziene verzwakker kan het uitgangssignaal nog eens extra worden bijgesteld. Iedere −20 dB komt overeen met een afzwakking met een factor 10 (−20 dB is delen door 10, −40 dB is delen door 100). In de stand 0 dB en bij vol open gedraaide volumeregelaar is de signaalspanning bij sinus, driehoek en zaagtand ca. 2 V_{tt} en bij blok- en pulsgolf ca. 3 V_{tt}.
Rechts naast het 6-digit display van de frequentiemeter bevindt zich de potmeter voor de instelling van het DC-niveau. Hiermee is de uitgangsspanning met een bepaald gelijkspanningsniveau naar boven of naar beneden verschuifbaar. Onder de DC-niveau instelling komen we de puls *(modulatie)* frequentie instelling met ingebouwde aan/uit schakelaar tegen. In de stand uiterst links is de generator uitgeschakeld. Naar rechts draaiend zal de frequentie oplopen van 1 Hz tot ca. 1000 Hz. Zolang deze generator ***uit*** staat zal de frequentiemeter de frequentie van de functiegenerator meten (mits deze niet uit staat). Zodra echter de pulsgenerator ***in*** wordt geschakeld zal de frequentiemeter de frequentie van deze pulsgenerator weergeven. Door de nu veranderde frequentie van de functiegenerator is het overigens toch niet langer zinvol om die te meten. Met een rode LED boven de knop van de pulsgenerator wordt aangegeven wanneer deze staat ingeschakeld.
Tenslotte kijken we nu nog even naar de ingangsbussen van de functiegenerator. Midden onder op de frontplaat zijn vijf uitgangsbussen zichtbaar. Hun functies zijn (van links naar rechts):

1. *Synchro-uitgang van de functiegenerator.*
2. *Massa-aansluiting van de functiegenerator.*
3. *50 Ohm-uitgang.*
4. *600 Ohm-uitgang.*
5. *AC-uitgang (zonder gelijkspanningscomponent).*

De functies van de vijf bussen aan de bovenrand zijn (van links naar rechts):

1. *Synchro-uitgang van de pulsgenerator.*



2. *Massa-aansluiting van de pulsgenerator (identiek aan die van de functiegenerator en frequentieteller.*
3. *Extra pulsgenerator-uitgang.*
4. *AM-modulatie-ingang van de functiegenerator.*
5. *Lineaire FM-modulatie- en pulsingang van de functiegenerator.*

De schakeling

Na uitvoerig op de mogelijkheden en de bediening te zijn ingegaan komen we nu toe aan het schema van de schakeling. Vanwege de hoge integratie-dichtheid van IC 1 ***(XR 205)*** is een gedetailleerde beschrijving van de schakeling nauwelijks mogelijk. We zullen ons dan ook beperken tot de werking door aansluiting van de XR 205 volgens onze manier.
Het hart van de functiegenerator wordt gevormd door de XR 205, die alle belangrijke actieve elementen van de functiegenerator bevat. De condensatoren ***C1 tot C12*** zijn de frequentie bepalende onderdelen. Met potmeter ***R2*** wordt de frequentie en met potmeter ***R8*** de amplitude ingesteld. De trimmer ***R12*** dient voor de afregeling van de sinusgolf, maar daar komen we nog op terug.
Met schakelaar ***S2*** worden de golfvormen en beide reed-relais ***Re1 en Re2*** omgeschakeld. Sluit Re1, dan verandert de met R12 ingestelde sinus in een driehoek en door het sluiten van Re2 wordt de driehoek in een zaagtand, danwel de blokgolf in een pulstrein veranderd. De op pen 12 van IC1 aanwezige blokgolf (danwel pulstrein als Re2 gesloten is) met een signaalamplitude van slechts ca. 0,5 Vtt wordt door de pulsvormertrap ***T1-T2*** versterkt en (met S2 in de juiste stand) doorgegeven aan de in het IC geïntegreerde bufferversterker *(pen 10 = bufferingang; pen 11 = bufferuitgang).* De uitgang van de versterker, die hier als impedantieomzetter wordt gebruikt, wordt op de met stappen van 10 dB instelbare verzwakker aangesloten. Via ***R29*** wordt de verzwakker vervolgens op de eindversterker aangesloten, die continue 100 mA stroom kan leveren en kortsluitvast is. Met behulp van ***R31*** wordt via ***R30*** het gelijkspanningsniveau van de uitgang ingesteld. De opamps ***OP1 en OP2*** geven via de LED's ***D1 en D2*** aan of er een te grote gelijkspanningsverschuiving (via DC-niveau knop) heeft plaats gevonden waardoor het IC ***(IC2)*** kan gaan begrenzen. Het blokgolfsignaal wordt vanaf de collector van ***T2*** via ***R20*** naar transistor ***T3*** gevoerd. De collector van T3 vormt de synchro-uitgang, die via ***Re 4*** tevens op de frequentiemeter wordt aangesloten.
De pulsgenerator bestaat in principe uit de opamps ***OP3-6,*** die samen met de transistoren ***T4-6*** in ***IC4*** zijn ondergebracht. OP3 stelt samen met T4, R38-42 en C19 een constante stroombron voor die condensator C20 oplaadt. De stroom is instelbaar met ***R41.*** Door het opladen met een constante stroom ontstaat over C20 een lineair stijgende spanning *(flank).* OP4 is een bufferversterker (1:1), zodat de condensator niet door de rest van de schakeling kan worden belast, wat dan weer van invloed zou zijn op de golfvorm. Transistor T5 is zo op OP5 aangesloten, dat na het bereiken van een bepaalde spanning over C20 (ca. 4 V) deze direct tot 0 V wordt ontladen. Op deze manier ontstaat een "zeer fraaie" zaagtand. Dit op- en ontladen herhaalt zich continue, omdat, nadat de spanning weer tot 0 V is gezakt, T5 weer open klapt en C20 opnieuw lineair wordt opgeladen. Via versterkertrap ***T6*** wordt het synchro-signaal van de pulsgenerator opgewekt en tegelijkertijd via ***Re5*** doorgegeven naar de ingang van de frequentiemeter; vooropgesteld dat de pulsgenerator ingeschakeld is.
Omdat de XR 205 als pulssignaal een signaal moet ontvangen dat start op 0 V en steeds negatiever wordt (tot ca. – 4 V), moet het voorhanden zijnde zaagtandsignaal geïnverteerd worden. Dit gebeurt door opamp ***OP6*** in samenwerking met ***R50 en R51,*** zodat op pen 14 van OP6 de gewenste golfvorm staat.
Via schakelaar ***S2b,*** die mechanisch met schakelaar S2a is verbonden, worden de relais al naar gelang de gewenste golfvorm en meetmogelijkheden aangestuurd. De pulsgenerator wordt ingeschakeld met schakelaar ***S4,*** die mechanisch met potmeter R41, waarmee de pulsfrequentie instelbaar is, is verbonden.
Na deze beknopte beschrijving van de functiegenerator komen we nu toe aan de beschrijving van de frequentiemeter.
De oscillatorschakeling bestaat uit ***IC8 (CD4060),*** de beide weerstanden ***R82 en R83,*** de condensatoren ***C34-36*** en een ***deler-schakeling.***

Afhankelijk van de bouw kan het soms gebeuren dat de kwartsoscillator niet direct start. Dit kan worden verholpen door de waarde van condensator C36 iets te wijzigen. Soms ook kan men deze condensator laten vervallen.

Het op pen 3 van IC8 aanwezige blokgolfsignaal wordt doorgevoerd naar de ingang (pen 10) van ***IC9,*** waar het verder wordt gedeeld. Uiteindelijk staat dan op pen 12 van IC9 een signaal met een periodetijd van 2 sec. en op pen 13 een signaal met een periodetijd van 1 sec. Via de poorten ***N1-4*** worden hieruit de signalen voor het meetvenster (tijd dat de teller loopt), het geheugen en de reset-puls verkregen en doorgegeven naar de desbetreffende ingangen van ***IC11.*** De uitgangen 18-23 sturen via ***IC12 (SN 75492)*** het uit ***6 TIL 702*** (of equivalenten) 7-segment LED-display's bestaande afleesscherm, dat volgens de multiplex-methode wordt aangestuurd. De onderling identieke segmenten van de 6 display's ***Di1-6*** worden via de transistoren ***T8-14*** door de uitgangen ***3-9 van IC11*** aangestuurd. Door deze extra hulpschakeling ***(T8-14)*** krijgt het 6-digit display van de frequentiemeter een prima helderheid, die zeer zeker niet onder doet voor de ander display's uit de ELV 7000-serie. Tenslotte willen wij nog even op de ontwikkelde voorversterker ingaan.
Na uitgebreide tests is gebleken dat deze voorversterker werkelijk zowat alles slikt wat je op hem aansluit. Of het nu een sinus, een driehoek, een blokgolf, een zaagtand of een pulstrein met een extreme aan/uit verhouding van 100.000:1; de voorversterker slikt het allemaal en geeft een absoluut betrouwbare indicatie. Dit is mogelijk door het ontwerp, dat ondanks alles toch redelijk eenvoudig in elkaar zit.
Het ingangssignaal bereikt via ***C39-40 en R69-70*** de gate van ***FET T15.***
De dioden ***D18-19*** verhinderen daarbij een oversturing. De drain van T15 ligt aan de positieve (afgevlakte) voedingslijn. Het ingangssignaal komt dan aan bij de source en R71 (normaliter iets verzwakt). Deze trap is dus een impedantie en niveau omzet-

Fig.1. Het schema van de 1 MHz functiegenerator.

ter, voorzien van een oversturingsbeveiliging. Vervolgens gaat het signaal via ***C42 en R72*** door naar de basis van T16, die samen met T17 en de weerstanden R74-77 een direct gekoppelde gelijkspanningsversterker met een zeer ruime automatische gelijkspanningsinstelling ***(via R74)*** vormt. Een grote versterking van de wisselspanning wordt verkregen door de parallelschakeling van de emitterweerstand ***R75*** en condensator ***C43.*** Vanwege de kleine waarde-verhouding van R77 en R75 (2,2:1) is deze trap wat betreft gelijkspanning bijzonder stabiel. Het aparte zit hem nu in de terugkoppelweerstand ***R73.*** Hoe simpel deze er in de schakeling ook uit mag zien, des te belangrijker is zijn functie. De zojuist beschreven versterkertrap ***(T16,17)*** stelt, zoals reeds is gesteld, een direct gekoppelde gelijkspanningsversterker voor. Door de toevoeging van R73 wordt nog een extra *Schmitt-trigger effect* bereikt, waardoor deze trap — en daardoor de hele versterker — buitengewoon stabiel en storingsongevoelig is voor wisselspanningen. Zoals eerder is gesteld kan de gevoeligheid, die nu ca. 30 mV_{eff} bedraagt, worden opgeschroefd tot ca. 10 mV_{eff} door weerstand ***R73*** tot 100K (of nog iets meer) te vergroten. Waarden boven de 220K kunnen echter niet worden aangeraden, omdat dan de genoemde stabiliteit-karakteristiek te sterk afneemt. Op de collector van T17 staat nu het zwaar versterkte ingangssignaal. Om het signaal helemaal perfect te maken is achter deze schakeling nog een pulsvormer en niveau-aanpasser geschakeld.
Via ***C44*** komt het signaal binnen op de basis van T18, die het signaal versterkt en via zijn collectorschakeling zuiver doorgeeft naar de ingang ***(pen 25) van IC11.*** Omwille van een nog betere stabiliteit is in de rond T18 opgebouwde eindversterker nog een bijzonderheid ingebouwd. Om ook andere golfvormen en pulstreinen met extreme aan/uit verhoudingen goed te kunnen verwerken, hebben we voor de gelijkspanningsinstelling van deze trap geen gewone weerstand-spanningsdeler gebruikt. We hebben hiervoor een LED ***(D20)*** gekozen. Via weerstand ***R78*** staat nu over de LED een zeer constante spanning. Er wordt een rode LED gebruikt, omdat deze een zeer stabiele doorlaatspanning van 1,7 V heeft. Over de emitterweerstand ***R81*** ontstaat dan een spanningsval van ca. 1 V (in rusttoestand). Op deze manier is men verzekerd van een zeer stabiele gelijkspanningsverhouding in deze trap. Omdat bovendien R78

Fig.2. Het schema van de 1 MHz frequentiemeter.

tamelijk hoog-ohmig mag zijn is deze trap ook nog zeer gevoelig. De totale karakteristiek van deze voorversterker is zeer goed.

De netvoeding

Tot slot willen we nog even in het kort ingaan op de netvoeding. De gebruikte trafo heeft twee secundaire wikkelingen van 9V en 0,45 A elk. Een wikkeling zorgt via de spanningsstabilisatoren ***IC5-6*** voor de voeding van de functiegenerator en de andere via ***IC7*** voor de frequentiemeter. Indien slechts een van beide apparaten wordt gebouwd, blijft de resterende wikkeling ongebruikt.

De bouw

De hier beschreven 1 MHz functiegenerator en 1 MHz frequentiemeter behoren volgens ons binnen de hobbysfeer tot het beste materiaal, dat aangeboden wordt; zowel wat betreft de capaciteiten van beide apparaten als wat betreft de vrij gemakkelijke bouw. Ondanks het niet al te eenvoudige schema is het toch gelukt door een goede print lay-out een hoge graad van betrouwbaarheid te verkrijgen. Op de print zijn zoveel mogelijk dingen ondergebracht, waardoor een minimum aan bedrading is vereist. Vanwege de omvang van de schakeling konden een paar draadbruggen op de print echter niet worden vermeden. De met gelijke getallen aangegeven punten moeten met een geïsoleerde draad met elkaar worden verbonden (dus punt 1 met punt 1, 2 met 2 etc. tot punt 13 met punt 13). Alvorens de prints van onderdelen worden voorzien dient men deze eerst pas te maken in de kast. Pas als de proef-inbouw (de printen nog niet aan elkaar vast solderen) naar tevredenheid is verlopen kunnen de printen worden gesoldeerd.
Allereerst worden de draadbruggen gesoldeerd, vervolgens de weerstanden, condensatoren, dioden en tenslotte de halfgeleiders. Als dan alle onderdelen op hun plaats zitten (controleer juiste positie!) kunnen beide printen op elkaar worden gesoldeerd. De print met het display van de frequentiemeter wordt daartoe zo op de basis-print geplaatst, dat deze laatste ca. 5 mm aan de andere kant onder de display-print uitsteekt. Zodra alle kopervlakken van de loodrecht op elkaar staande prints aan elkaar vast zijn gesoldeerd, kan met de inbouw worden begonnen. De kwaliteit van het uitgangssignaal van de functiegenerator kan nog iets worden opgeschroefd door de kast af te schermen. Men kan bijvoorbeeld de bodem van de kast met een grafiet-spray bespuiten of deze met aluminiumfolie beplakken. Deze strip moet wel worden voorzien van een isolerende deklaag ter vermijding van eventuele kortsluiting en verder moet deze met de massa worden verbonden. Bij de prototypen waren de hierdoor ontstane verbeteringen echter verwaarloosbaar klein, zodat ze in de meeste gevallen achterwege kunnen blijven.

wordt vervolgd.

Nieuwe audio-producten van Philips

Begin augustus heeft Philips een totaal vernieuwd audio-programma op de markt gebracht. Zo'n vijftig introducties, uiteenlopend van eenvoudige klokradio's tot hooggespecificeerde HiFi-racks met alle denkbare gebruiksmogelijkheden. Het nieuwe programma kan worden beschouwd als een weerspiegeling van de huidige technologische ontwikkelingen en de snelheid waarmee deze tegenwoordig worden aangewend voor toepassing in bestaande of nieuwe producten. Technieken zoals kwartssturing, solenoid bediening, microprocessor-besturing, dikke-film printtechniek, miniaturisering door micro-electronica, digitalisatie en lasertechniek — oorspronkelijk ontwikkelt voor toepassing in de professionele industriële sector — bepalen thans het gezicht van de markt.

De Nederlandse audiomarkt kan worden beschouwd als een 'remplace'-markt. De bezitspercentages van audio-apparatuur in Nederland zijn de hoogste van West-Europa. Voor HiFi (stereo-versterker-functie) is het bezitpercentage per 100 gezinshuishoudingen 96%, voor portable audio-apparatuur 140% en voor autoradio 82%. In deze markt is het noodzakelijk om het programma regelmatig te vernieuwen, teneinde de consument steeds iets nieuws te kunnen bieden. Enkele van de nieuwe Philips producten zijn:

PORTABLE RADIO'S.

Hoewel het aandeel van radiorecorders in de markt voor *'personal audio'* sterk is toegenomen blijft het fenomeen portable radio de belangstelling wekken van de consument. Met name het luisteren naar kortegolfbanden heeft de laatste jaren in Nederland nieuwe impulsen gekregen. Voor een deel is dit te danken aan de populariteit van ***Radio Nederland Wereldomroep,*** zeer geliefd bij vakantiegangers, maar ook aan de interesse van buitenlandse landgenoten om uitzendingen uit het moederland (Spanje, Marokko, Turkije etc.) te beluisteren. Verder is er natuurlijk een flink aantal hobbyisten dat er genoegen in schept berichten uit alle delen van de wereld te ontvangen en eventueel op te nemen. Met het oog op deze ontwikkeling heeft Philips zes van de in totaal veertien portables uitgevoerd met **kortegolfontvangst-mogelijkheid.**

CASSETTERECORDERS.

De markt voor cassetterecorders is in Nederland gestabiliseerd. Een volkomen nieuwe toepassing is de ***D 6550,*** die als ***'Sound Mixer Booster'*** wordt aangekondigd. Het gaat hier om een robuuste houten kast waarin een tweeweg luidsprekersysteem *(piekvermogen 40 watt)* is ingebouwd en een versterker/cassetterecorder met mengmogelijkheden voor microfoon, electrisch muziekinstrument *(gitaar, orgel)* en tweede recorder of microfoon. De casetterecorder heeft een snelheidsregeling van plus of min dertig procent. Aldus is een mini-geluidsinstallatie ontwikkeld die bijzonder geschikt is voor bijvoorbeeld dansscholen, sportverenigingen, horeca, buurthuizen en standwerkers.

RADIORECORDERS.

Met name in het stereo-segment wordt de radiorecordermarkt sterk beïnvloed door snelle opeenvolging van nieuwe productvormen. Naast de geïntegreerde apparaten is er een duidelijke vraag naar apparaten waarvan de boxen desgewenst kunnen worden losgemaakt. Verder is er een trend naar hogere technische specificaties en toename van gebruiksmogelijkheden, waarbij men vooral moet denken aan zogenaamde 'disc-jockey functies'. Enkele opvallende introducties zijn: de ***D 8444 stereo-radiocassetterecorder*** met drie versterkers en vijf ingebouwde luidsprekers, (waaronder een grote centrale lagetonenluidspreker); de ***D 8438 stereo 'Sound Machine'*** met afneembare boxen *(tweemaal 8 watt)* en de ***D 8718*** een uitstekende gestyleerde ***'Sound Machine'*** met een cassettegedeelte dat voorzien is van drie motoren, tiptoets-bediening en mogelijkheden om te programmeren. De luidsprekerboxen zijn afneembaar.



De D 8438 stereo radiocassetterecorder "Sound Machine".

HiFi.

Wat voor 'personal audio' geldt, geldt in het bijzonder voor HiFi: voor het succesvol opereren in de markt, die in vele opzichten als trendgevoelig kan worden beschouwd, is het noodzakelijk nieuwe technische vindingen snel en adequaat toe te passen in alle productvormen. Parallel hieraan dient de vormgeving te worden aangepast. Vanuit deze basisgedachte heeft Philips haar HiFi-programma in alle deelsegmenten vernieuwd.



De D 6550 "Sound Mixer Booster".

TUNERS.

Er zijn een paar nieuwe tuners aangekondigd, waaronder één analoog en drie digitaal. ***De analoge tuner,*** geschikt voor ontvangst van FM en middengolf, heeft onder meer FET-ingangen tegen oversturing van kabelsignalen en een ingebouwd filter ter voorkoming van bijgeluiden bij FM-stereo-ontvangst. ***De digitale tuners***, geschikt voor ontvangst van FM, lange- en middengolf, zijn bovendien voorzien van instelmogelijkheden voor twaalf of zevenenveertig voorkeurzenders die, afhankelijk van de prijsklasse van het apparaat, na elkaar of door middel van druktoetsen kunnen worden opgezocht. Twee typen ***(F 2233 en F 2235)*** zijn voor dit doel uitgerust met een geheugen dat zonder voeding tenminste tien jaar intact blijft. Behalve de mogelijkheid van zendervoorkeur hebben de nieuwe tuners electronische zoekafstemming *(search)* op FM en middengolf

en handbediende afstemming met 'up' en 'down' toetsen op alle golfgebieden met variabele zoeksnelheid. Golfgebied, voorkeurzendernummer en frequentie worden met behulp van een fluorescentie-display zichtbaar gemaakt.

VERSTERKERS.

Er zijn vijf nieuwe versterkers geïntroduceerd van resp. 25, 30, 40 en 50 Watt plus een hooggespecificeerde stuurversterker die in combinatie met de vernieuwde *Motional Feedback* boxen kan worden toegepast. Alle versterkers zijn voorzien van electronisch beveiligde eindversterkers, aansluiting voor twee stereo luidsprekersystemen, loudness-schakelaar en aansluiting voor hoofdtelefoon en compact disc. De typen ***F 4234, F 4235 en F 3228*** hebben twee 'aux'-ingangen (voor b.v. compact disc en TV-geluid) en twee recorderaansluitingen. Een bijzonderheid is dat de balans-, hoge- en lagetonenregelaars na instelling in het front verzonken kunnen worden, om aldus een geheel te vormen met de rest van de bedieningselementen.

RECEIVERS.

De belangstelling voor receivers blijkt bij de Nederlandse consument bijzonder groot. Philips introduceert in deze sector twee nieuwe typen. De ***F 5130*** heeft een analoge tuner en een 2 × 30 watt versterker. De ***F 5232*** heeft een digitale PLL tuner met zestien voorkeurzenders en een vermogen van 2 × 32 watt.

COMPACT DISC.

Na de introductie van de CD-spelers CD 100, CD 200 en CD 300 komt Philips binnenkort met een variant op laatstgenoemde typen, die als ***CD 202 en CD 303*** op de markt worden gebracht. De nieuwe modellen zijn voorzien van tijddisplay, dat òf de verstreken tijd van de totale speelduur van de plaat aangeeft òf die van een bepaald muzieknummer. Met een schakelknopje kan een keuze worden gemaakt tussen beide indicaties, die middels een viercijferig display in minuten en seconden worden weergegeven. Voor het overige zijn beide spelers gelijk aan hun voorgangers.

Rechts: De CD 303 CD-speler.

RACKSYSTEMEN.

Van de vele audiosystemen zijn er vijf ondergebracht in een audiorack. Het fenomeen racks zet behoorlijk door. De vooral functionele behuizingen zijn op maat gesneden voor het eigen programma audiocomponenten van Philips. Voor uitbreiding van de systemen ***F 133, F 231 en F 233*** is in de bijbehorende racks voorzien. Er is een extra ruimte gereserveerd voor een compact disc speler, een timer, een equalizer of een 'sound processor'. Met de digitale timer, die onder typenummer ***F 3234*** gaat verschijnen, kan de netspanning op vooringestelde tijdstippen op vier uitgangen aan of uit worden geschakeld. Met de equalizer ***F 3235*** is op tien banden een regeling mogelijk van plus of min 10 dB, waardoor een optimale aanpassing van de weergavekarakteristiek aan luisterruimte, soort muziek en persoonlijke smaak gerealiseerd kan worden. De ***'sound processor F 3538*** biedt een reeks van mogelijkheden, zoals vergroting van het driedimensionale stereobeeld, regelbare nagalm en een tienbands equalizer *(vijf per kanaal).* Een inschakelbaar display geeft op ingenieuze wijze een driedimensionaal beeld van het weergegeven geluid met indicaties voor geluidsniveau, stereobreedte en diepte van het geluidsveld.

MIDI.

Een nieuwe trend in het audiogebeuren is de zogenaamde ***'midi'-lijn,*** op elkaar afgestemde apparaten met een breedte van slechts 32 centimeter. Philips introduceert in deze nieuwe productvorm twee systemen, ***de F 433 en F 435.*** Eerstgenoemde systeem is opgebouwd uit een digitale tuner met twaalf voorkeurinstellingen en electronische zoekafstemming, een 2 × 30 W. versterker met electronisch beveiligde eindversterkers, een 'servo touch' cassettedeck met FSX-Sendust kop en de tangentiële platenspeler ***F 7430.***

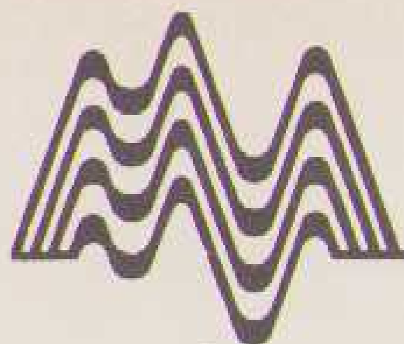




Foto boven. Een racksysteem.
Foto midden. De F 3538 "Sound Processor".
Foto onder. Het F 433 Midi-systeem.



Het systeem ***F 435*** heeft in plaats van een geïntegreerde versterker een stuurversterker, die is voorzien van een lijnuitgang voor aansluiting van een eindversterker of de vernieuwde Motional Feedback boxen. De overige componenten zijn gelijk aan die van het systeem F 433.



Microcomputer-ondersteunde studie van de gelijkstroom-machines

door: Ing. R.X. van Tilt.
Herent - België.

Met deze aflevering starten wij een serie practische oefeningen met een microcomputer t.b.v. ***Informatica****-practijklessen. Deze oefeningen kunnen eenvoudig worden nagedaan en zijn zeer leerzaam, daar nu op het beeldscherm niet alleen de gegevens en antwoorden van de vraagstukken verschijnen, doch deze tevens aangepast kunnen worden voor opkomende vragen. Het werkt dus interactief tussen de leerling en de computer.*
In dit artikel wordt nader ingegaan op vier hoofdstukken uit de gelijkstroommachines. Gelijkstroommachines vormen het eerste onderwerp van iedere cursus van electrische machines. Het goed begrijpen hiervan is mede bepalend voor de daaropvolgende onderwerpen. Toepassing van de computer op deze materie heeft meer dan één voordeel:
— het onderwerp interesseert meer,
— het onderwerp kan veel grondiger, uitgebreider en in minder tijd worden onderzocht,
— men leert functioneel programmeren en de programma's begrijpen
— het opent nieuwe gezichtspunten voor toepassingen ook in andere domeinen.

De vier hoofdstukken uit de gelijkstroommachines welke zich hiertoe bijzonder lenen, zijn:
1. Vorm van de opgewekte spanning in een dynamo-anker en invloed van het aantal gleuven op het anker.
2. Rendementscurve van een shunt-dynamo.
3. Rendementscurve van een shunt-motor.
4. Koppel-toerenkarakteristiek van een shuntmotor.



De programma's zijn geschreven in ***TRS 80 level II.*** Ieder programma wordt voorafgegaan door een korte verklaring om de behandelde materie op te frissen en gevolgd door een korte bespreking. Bezitters of gebruikers van een ander merk microcomputer zullen aan de hand van dit artikel de nodige informatie kunnen opdoen om de programma's ook voor hen bruikbaar te maken.

1. Vorm van opgewekte spanning in een dynamo-anker en invloed van het aantal gleuven

Inleiding:

De ankerwikkeling van een gelijkstroomdynamo bevat minstens

twee parallelle takken. In iedere tak staan een aantal geleiders in serie om de opgewekte spanning te verhogen en deze geleiders zijn verspreid over verschillende gleuven, regelmatig verdeeld over de omtrek van het anker om de rimpel van de verkregen spanning te verminderen. Eenvoudigheidshalve is in het programma gewerkt met één geleider per gleuf en één paar polen. De opgewekte spanning in de geleiders in elke tak is om reden van de ruimtelijke verschuiving van de gleuven ook electrisch verschoven, zodat de samenstelling van al deze onderling verschoven spanningen de spanning geeft, afgeleverd door het anker. Door de werking van collector-borstels blijft de polariteit steeds hetzelfde. In ***programma 1*** gaat de computer de vorm van de verkregen spanning tekenen. Opeenvolgend vertrekkend van één winding *(= twee gleuven)* wordt het aantal windingen telkens verdubbeld en ziet men het resultaat in verband met de vorm van de spanning.

Bespreking:

1000 tot 1090: subroutine voor het tekenen van het assenstelsel.
30 tot 80: één winding: grote rimpel met nulpunten.
90-100: tijdsvertraging om de grafiek te bekijken, indien nodig eventueel te verlengen.
130 tot 200: twee windingen: grote rimpel zonder nulpunten.
210-220: tijdsvertraging.
250 tot 340: vier windingen: kleine rimpel.
350-360: tijdsvertraging.
390 tot 510: acht windingen: de rimpel is zo klein geworden dat de computer door de afronding een rechte lijn tekent.
520-530: tijdsvertraging.
540: laat toe alles opnieuw te herhalen.

2. *Rendementscurve van een shuntdynamo*

Inleiding:

Bij de studie van de shuntdynamo komt men tot ***(fig.1)*:**
a. Nuttig vermogen PN = U.I
b. Toegevoerd vermogen PT = PN + PV

PROGRAMMA 1.

```
10   CLS
20   GOSUB 1000
30   PRINT @ 79,"SPANNING VAN EEN DYNAMO MET EEN WINDING";
40   FOR X=0 TO 360 STEP 6
50   LET R=0.0174533
60   LET Y=ABS(SIN(X*R))
70   SET(X/3,(43-Y*20))
80   NEXT
90   FOR A=0 TO 1000
100  NEXT A
110  CLS
120  GOSUB 1000
130  PRINT @ 79,"SPANNING VAN EEN DYNAMO MET TWEE WINDINGEN";
140  FOR X=0 TO 360 STEP 6
150  LET R=0.0174533
160  LET Y1=ABS(SIN(X*R))
170  LET Y2=ABS(SIN((X+90)*R))
180  LET Y=Y1+Y2
190  SET(X/3,(43-Y*20))
200  NEXT X
210  FOR A=0 TO 1000
220  NEXT A
230  CLS
240  GOSUB 1000
250  PRINT @ 79,"SPANNING VAN EEN DYNAMO MET VIER WINDINGEN";
260  FOR X=0 TO 360 STEP 6
270  LET R=0.0174533
280  LET Y1=ABS(SIN(X*R))
290  LET Y2=ABS(SIN((X+45)*R))
300  LET Y3=ABS(SIN((X+90)*R))
310  LET Y4=ABS(SIN((X+135)*R))
320  LET Y=Y1+Y2+Y3+Y4
330  SET(X/3,(43-Y*10))
340  NEXT X
350  FOR A=0 TO 1000
360  NEXT A
370  CLS
380  GOSUB 1000
390  PRINT @ 79,"SPANNING VAN EEN DYNAMO MET ACHT WINDINGEN";
400  FOR X=0 TO 360 STEP 6
410  LET R=0.017533
420  LET Y1=ABS(SIN(X*R))
430  LET Y2=ABS(SIN((X+22.5)*R))
440  LET Y3=ABS(SIN((X+45)*R))
450  LET Y4=ABS(SIN((X+67.5)*R))
460  LET Y5=ABS(SIN((X+90)*R))
470  LET Y6=ABS(SIN((X+112.5)*R))
480  LET Y7=ABS(SIN((X+135)*R))
490  LET Y8=ABS(SIN((X+57.5)*R))
500  SET(X/3,(43-Y*0.7))
510  NEXT X
520  FOR A=0 TO 1000
530  NEXT A
540  GOTO 10
1000 FOR X=0 TO 120
1010 SET(X,43)
1020 NEXT
1030 FOR Y=3 TO 43
1040 SET(0,Y)
1050 NEXT
1060 PRINT @ 0,"U";
1070 PRINT @ 1018,"TIJD";
1080 PRINT @   960,"0";
1090 RETURN
```

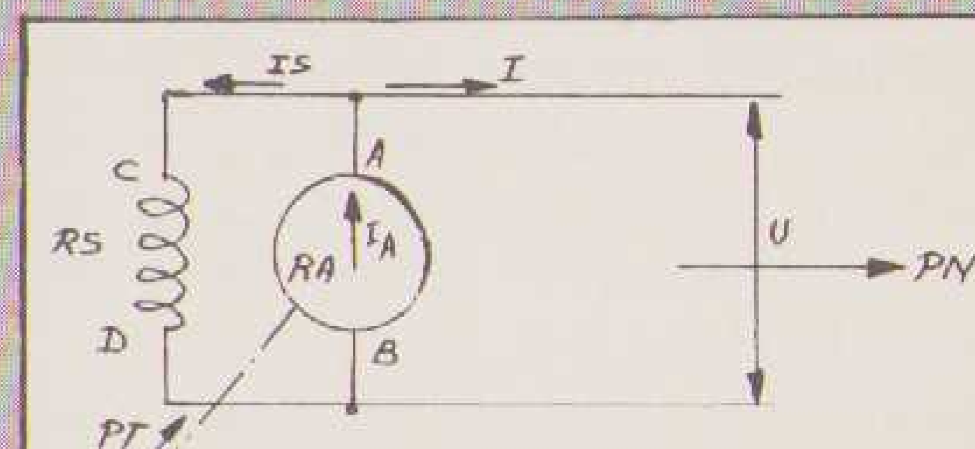
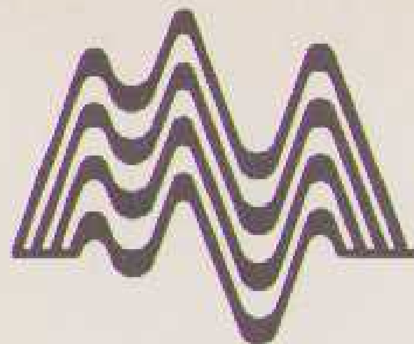


Fig.1.



c. Als verliezen PV heeft men:
- mechanische verliezen; wrijving en ventilatie
- ijzerverliezen: wervelstroom en hysteresis.
  Deze som is constant (MY).
- jouleverliezen in anker en bekrachtiging PJ in anker: $RA.IA^2$ en met $IA = I + IS$ en
  $IS = \frac{U}{RS}$
  in bekrachtiging: U.IS of
  $RS.IS^2$ of $\frac{U^2}{RS}$
  Deze som is niet constant, maar verandert in quadraat.

d. Het rendement N = PN:PT is maximum als de constante verliezen gelijk zijn aan de verliezen in quadraat, dus als:

$$MY + U.IS = RA.IA^2$$

of voor $IA = \sqrt{\frac{MY + U.IS}{RA}}$

en $I = IA - IS$

Links van dit punt is het rendement kleiner om reden van het klein nuttig vermogen en de constante verliezen. Rechts van dit punt is het rendement kleiner om reden van de quadratisch toenemende jouleverliezen in het anker. Voor een dynamo kan men door proeven de verschillende elementen opmeten, welke het rendement bepalen. Deze zijn als input te vinden in ***programma 2.***

Bespreking:

30 tot 70: de computer vraagt als input de verschillende elementen nodig om het rendement te berekenen.
90 tot 300: tekenen van het assenstelsel.
310 tot 360: tekenen van de graduatie op de assen.
370 tot 510: merken van de assen.
520 tot 610: berekening en tekenen van de curve.
620-630: titel.
640 tot 680: berekening van het maximum rendement.
690 tot 740: visuele markering van het maximum rendement.
Volgens deze opsomming vraagt de computer eerst om de gegevens, tekent de assen met de bijbehorende notaties, berekent dan punt voor punt het rendement en tekent telkens tot de volledige curve verkregen is. De ti-

PROGRAMMA 2.

```
10   CLS
20   REM"RENDEMENTSCURVE VAN EEN SHUNTDYNAMO"
30   INPUT"SOM MECH. + IJZERVERLIEZEN";MY
40   INPUT"KLEMSPANNING IN V";U
50   INPUT"ANKERWEERSTAND IN OHM";RA
60   INPUT"WEERSTAND VAN DE SHUNTWIKKELING IN OHM";RS
70   INPUT"MAX STROOMAFNAME IN A";IM
80   CLS
90   FOR X=0 TO 55 STEP 5
100  PRINT @ 132+X,".";
110  PRINT @ 324+X,".";
120  PRINT @ 516+X,".";
130  PRINT @ 708+X,".";
140  NEXT
150  FOR X=10 TO 55 STEP 10
160  PRINT @ 196+X,".";
170  PRINT @ 260+X,".";
180  PRINT @ 388+X,".";
190  PRINT @ 452+X,".";
200  PRINT @ 580+X,".";
210  PRINT @ 644+X,".";
220  PRINT @ 772+X,".";
230  PRINT @ 836+X,".";
240  NEXT
250  FOR Y=6 TO 44
260  SET(8,Y)
270  NEXT
280  FOR X=7 TO 115
290  SET(X,43)
300  NEXT
310  FOR Y=43 TO 7 STEP -9
320  SET(7,Y)
330  NEXT
340  FOR X=8 TO 123 STEP 10
350  SET(X,44)
360  NEXT
370  PRINT @ 0,"RENDEMENT";
380  PRINT @ 67,"(%)";
390  PRINT @ 128,"100";
400  PRINT @ 320,"75";
410  PRINT @ 512,"50";
420  PRINT @ 704,"25";
430  PRINT @ 896,"0";
440  PRINT @ 953,"% VOL-";
450  PRINT @ 1018,"LAST";
460  PRINT @ 962,0;
470  PRINT @ 972,20;
480  PRINT @ 982,40;
490  PRINT @ 992,60;
500  PRINT @ 1002,80;
510  PRINT @ 1011,100;
520  LET IS=U/RS
530  LET S=IM/100
540  FOR I=0 TO 1.1*IM STEP S
550  LET IA=I+IS
560  LET PJ=RA*IA ↑ 2+U*IS
570  LET PN=U*I
580  LET N=PN/(PN+PJ+MY)
590  LET X=I*100/IM
600  SET(X+8,43-N*36)
610  NEXT I
620  PRINT @ 22,"RENDEMENT VAN EEN SHUNTDYNAMO";
630  PRINT @ 86,"U=";U;"V";"  I=";IM;"A";"  P=";U*IM;"W";
640  LET I1=     ((MY+U*IS)/RA) ↑ 0.5-IS
650  PRINT @ 780,"MAXIMUM RENDEMENT BIJ";IL;"A";
660  LET I2=I1+IS
670  LET NM=U*I1/(U*I1+RA*I2 ↑ 2+U*IS + MY)
680  PRINT @ 844,"MAXIMUM RENDEMENT IS";NM*100;"%";
690  LET A=I1*100/IM
700  SET(A+8,42)
710  FOR V=0 TO 100:NEXT
720  RESET(A+8,42)
730  FOR V=0 TO 100:NEXT
740  GOTO 700
```

tel wordt bijgevoegd en de aandacht wordt getrokken voor die stroom waarvoor het rendement maximum is. De snelheid waarmee alles wordt verkregen laat toe, verschillende grootheden te wijzigen om hun invloed op het rendement te kunnen nagaan. Het programma is universeel, t.z.t. bruikbaar voor alle gevallen.

Opmerking:

Het programma voor het rendement van een shuntmotor vraagt maar weinig aanpassingen. In het volgend programma zal dan ook alleen aangegeven worden wat gewijzigd dient te worden.

3. *Rendementscurve van een shuntmotor*

Inleiding:

Bij de studie van de shuntmotor komt men tot ***(fig.2)***:

a. nuttig vermogen PN te bepalen b.v. met de rem van Prony, remdynamo, wervelstroomrem, e.d.

b. Toegevoerd vermogen PT = U.I en is gemakkelijker te bepalen, n.l. met Vm en Am. Daarom schrijft men het nuttig vermogen ook als

$$PN = PT - PV$$

c. PV, de verliezen, bestaan uit:
   - mechanische verliezen: wrijving en ventilatie ijzerverliezen: wervelstroom + hysteresis. Deze som is constant (MY)
   - jouleverliezen in anker en bekrachtiging PJ; in anker: $RA.IA^2$ en met $IA = I - IS$ en $IS = \frac{U}{RS}$ in bekrachtiging: U.IS of $RS.IS^2$ of $\frac{U^2}{RS}$ Deze som is niet constant, maar verandert in quadraat.

d. Ook hier is het rendement N = PN/PT maximum, als de constante verliezen gelijk zijn aan de verliezen in quadraat, dus als:

$$MY + U.IS = RA.IA^2$$

of voor $IA = \sqrt{\frac{MY + U.IS}{RA}}$

en $I = IA + IS$

Links van dit punt is het rendement kleiner om reden van het relatief klein nuttig vermogen en de constante verliezen. Rechts zijn het de verliezen in quadraat in het anker, welke in grotere mate toenemen dan het nuttig vermogen wat weer resulteert in een steeds dalend rendement.

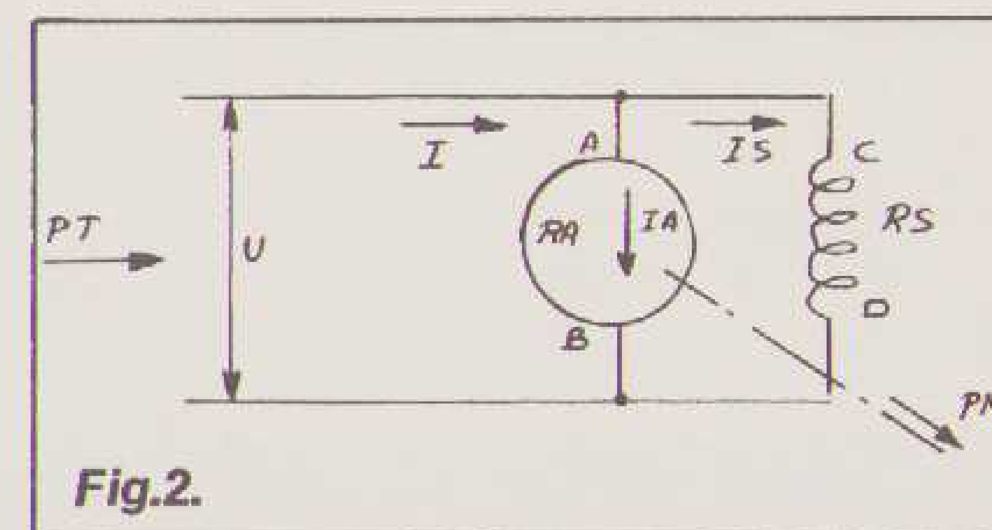


Fig.2.

Programma 3.

Wijzig de volgende regels in het vorige programma ***(programma 2).***

```
20  REM "RENDEMENTSCURVE VAN EEN SHUNTMOTOR"
535 ON ERROR GOTO 615
550 LET IA=I - IS
570 LET PN = U*I - MY - MJ
580 LET N = PN/(U*I)
615 RESUME NEXT
640 LET I1 = IS + ((MY + U*IS)/RA)↑0.5
660 LET I2 = I1 - IS
670 LET NM = (U*I1 - MY - RA*I2↑2 - U*IS)/(U*I1)
620 PRINT @ 22, "RENDEMENT VAN EEN SHUNTMOTOR";
```

Bespreking:

(Zie ook programma 2!) Ook hier vraagt de computer eerst als inputs de grootheden die het rendement bepalen en door meting verkregen zijn, of die men wijzigt om het resultaat op het rendement te zien. Vervolgens worden de assen getekend met de bijbehorende notaties. Punt voor punt (die volgens de stepwaarde eventueel gewijzigd kan worden), berekent en tekent de computer de volledige rendementscurve tot 10% in het overbelastingsgebied. Tenslotte wordt de tekening compleet gemaakt met titel en karakteristieke aanduidingen.

4. *Koppel-toerenkarakteristiek van een shuntmotor*

Inleiding:

Het gedrag van een shuntmotor wordt het best weergegeven door de M – N karakteristiek, welke dus het verband geeft tussen het koppel en het toerental. Theoretisch wordt dit verband bepaald door:

$$M = \frac{k1\,\Phi\,U}{R_a} - \frac{k1\,k2\,\Phi^2}{R_a}$$

In dit geval beschouwen we een motor met gegevens als:
600 werkzame geleiders,
4 ankertakken,
0 = 0,01 Wb,
R_a = 1,5 Ohm
U = 200 V.

Dan is $k1 = \frac{1}{2\pi} n \frac{p}{a} \approx 100$

en $k2 = n \frac{p}{a} \frac{1}{60} \approx 10$

De betrekking wordt dan met $R_a = R$:

$$M = \frac{200}{R} - \frac{0,1}{R} N$$

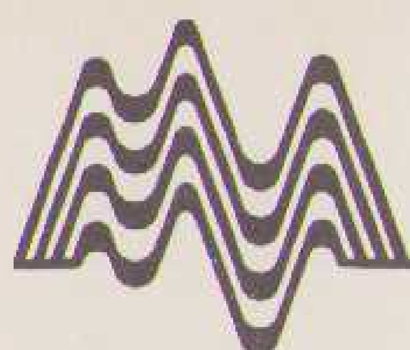
welke getekend worden voor R-waarden van 1,5 - 5 - 10 - 20 en 40 Ohm. Om de invloed van de snelheidsregelaar op de grafiek duidelijker weer te geven nemen we dan R = 5Ohm: de helling van de grafiek is dan minder steil en daardoor is het effect beter te zien. Ten opzichte van de normale flux = 0,01 Wb wordt de M – N karakteristiek ook getekend voor een grotere en een kleinere fluks resp. 1/75 Wb en 0,008 Wb. Stelt men Φ = F dan krijgt men als vergelijking:

$$M = 4000.F - 200.F^2.N$$

PROGRAMMA 4 zie pag.44.

Bespreking:

20 tot 130: tekenen van het assenstelsel.
140 tot 160: tekenen van een verticale streeplijn.
170 tot 310: merken van de assen + titel.



PROGRAMMA 4.

```
10  CLS
20  FOR X = 10 TO 127
30  SET (X,43)
40  NEXT
50  FOR X = 11 TO 126 STEP 23
60  SET (X,44)
70  NEXT
80  FOR Y = 0 TO 44
90  SET (11,Y)
100 NEXT
110 FOR Y = 3 TO 43 STEP 8
120 SET (10,Y)
130 NEXT
140 FOR Y = 3 TO 43 STEP 3
150 SET (103,Y)
160 NEXT
170 PRINT @ 2,"M";
180 PRINT @ 7,"(NM)";
190 PRINT @ 17,"M-N-KAR. V. E. SHUNTMOTOR 2 KW 200 V";
200 PRINT @ 65,10;
210 PRINT @ 194,8;
220 PRINT @ 386,6;
230 PRINT @ 578,4;
240 PRINT @ 706,2;
250 PRINT @ 898,0;
260 PRINT @ 965,0;
270 PRINT @ 976,500;
280 PRINT @ 987,1000;
290 PRINT @ 998,1500;
300 PRINT @ 1008,2000;
310 PRINT @ 1014,"N(TR/MIN)";
320 PRINT LET R = 1.5
330 FOR N = 1850 TO 2000 STEP 2
340 LET M = 200/R-0.1*N/R
350 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
360 NEXT
370 LET R = 5
380 FOR N = 1500 TO 2000 STEP 10
390 LET M = 200/R-0.1*N/R
400 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
410 NEXT
420 LET = 10
430 FOR N = 1000 TO 2000 STEP 20
440 LET M = 200/R-0.1*N/R
450 SET ((11 + N*23/500),(43-M*4))
460 NEXT
470 LET R = 20
480 FOR N = 0 TO 2000 STEP 20
490 LET M = 200/R-0.1*N/R
500 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
510 NEXT
520 LET R = 40
530 FOR N = 0 TO 2000 STEP 20
540 LET M = 200/R-0.1*N/R
550 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
560 NEXT
570 PRINT @ 151,"10 OHM";
580 PRINT @ 230,5;
590 PRINT @ 295,"OHM";
600 PRINT @ 332,"20 OHM";
610 PRINT @ 583,"40 OHM";
620 PRINT @ 627,"1.5";
630 PRINT @ 693,"OHM";
640 LET F = 0.01
650 FOR N = 1500 TO 2000 STEP 10
660 LET M = 4000*F-200*F*F*N
670 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
680 NEXT
690 LET F = 0.008
700 FOR N = 1720 TO 2500 STEP 10
710 LET M = 4000*F-200*F*F*N
720 SET((11 + N*23/500),(43-M*4)
730 NEXT
740 LET F = 1/75
750 FOR N = 1220 TO 1500 STEP 5
760 LET M = 4000*F-200*F*F*N
770 SET((11 + N*23/500),(43-M*4))
780 NEXT
790 PRINT @ 230,5;
800 PRINT @ 295,"OHM";
810 PRINT @ 414,"0 MAX";
820 PRINT @ 439,"0 MIN";
830 GOTO 830
```

320 tot 560: berekening en tekenen van de lijnen, welke de invloed van de aanloopweerstand geven.
570 tot 630: aanduiding van deze aanloopweerstanden.
640 tot 780: berekening en tekenen van de lijnen welke de invloed van de snelheidsregelaar geven.
790 tot 820: aanduiding van deze lijnen.
Aanvullend bij het voorgaande en bij datgene wat in de inleiding vermeld is, kan nog worden toegevoegd dat door toevoeging van:

315 GOTO 640

alleen de invloed wordt aangegeven van de snelheidsregelaar of door toevoeging van

635 GOTO 635

alleen de invloed van de aanloopweerstand wordt getoond.

Algemene nabeschouwing

We hebben nu getoond hoe de microcomputer kan worden ingeschakeld als hulp in het onderwijs. Speciaal is een onderwerp gekozen waarover in de literatuur niets wordt gevonden. De schaarsheid aan software voor dit vak is een feit!





Rotor Electronica bv

Marterlaan 10 - 3734 AH Den Dolder, Tel. 030 - 790684

400m² showroom, geopend dinsdag t/m vrijdag 09.00 - 12.30, 13.00 - 17.30 uur. Op zaterdag tot 16.00 uur.
Op slechts 200 meter van station Den Dolder, tussen Utrecht en Amersfoort



De Rotor Katalogus is uit! Het is de MICRO SHOPPER

In Nederland én België verkrijgbaar bij de boekhandel en kiosken voor f 15,— of BF 300, die u vergoed krijgt bij aankoop van minimaal f 250,—

NIEUW:.....5% Kontant-afhaal korting

bij aankopen in onze zaak te Den Dolder

Het grootste APPLE - PEARCOM - COMMODORE computerprogramma vindt u alleen bij

Rotor Den Dolder

De juiste voorlichting en de beste service

Apple IIe: 64 K	f 3.780,—
PEARCOM-1: 48 K uitbreidbaar tot 96 K	f 2.950,—
PEARCOM-2: 48 K + 64 K, Z80A en CP/M	f 4.115,—
Commodore CBM-64	f 895,—
Commodore CBM-4032, 32 K	f 2.175,—
Commodore CBM-8032 Turbo	f 2.295,—
PEARCOM moederboard + 48 K RAM + Mon	f 1.475,—
6502 Moederboard, duits fabrikaat	f 975,—
SPACE-84 6502 board, 192 K + FORTH	f 1.850,—
Franklin ACE-1000	p.o.a.
Franklin ACE-1200	p.o.a.
Commodore CBM-610, 128 K	f 2.565,—
Commodore CBM-620, 256 K	f 3.325,—
Commodore-710, 128 K	f 3.450,—
Apple-III + SOS + drive en monitor	f 9.150,—
Disk drive Pearcom, 140 K 5"	f 1.095,—
Controlkaart	f 225,—
RAMdisk 320 K (stimuleert 2 drives)	f 3.285,—
Accelerator II, versnellingskaart maakt de Apple of Pearcom 3.6x zo snel geen f 1875,— maar tot 31-12-1983... slechts	f 1.775,—
Applicard: Z80A + 64 K + CP/M	f 1.165,—

En.....dit is slechts een greep uit de MICRO SHOPPER

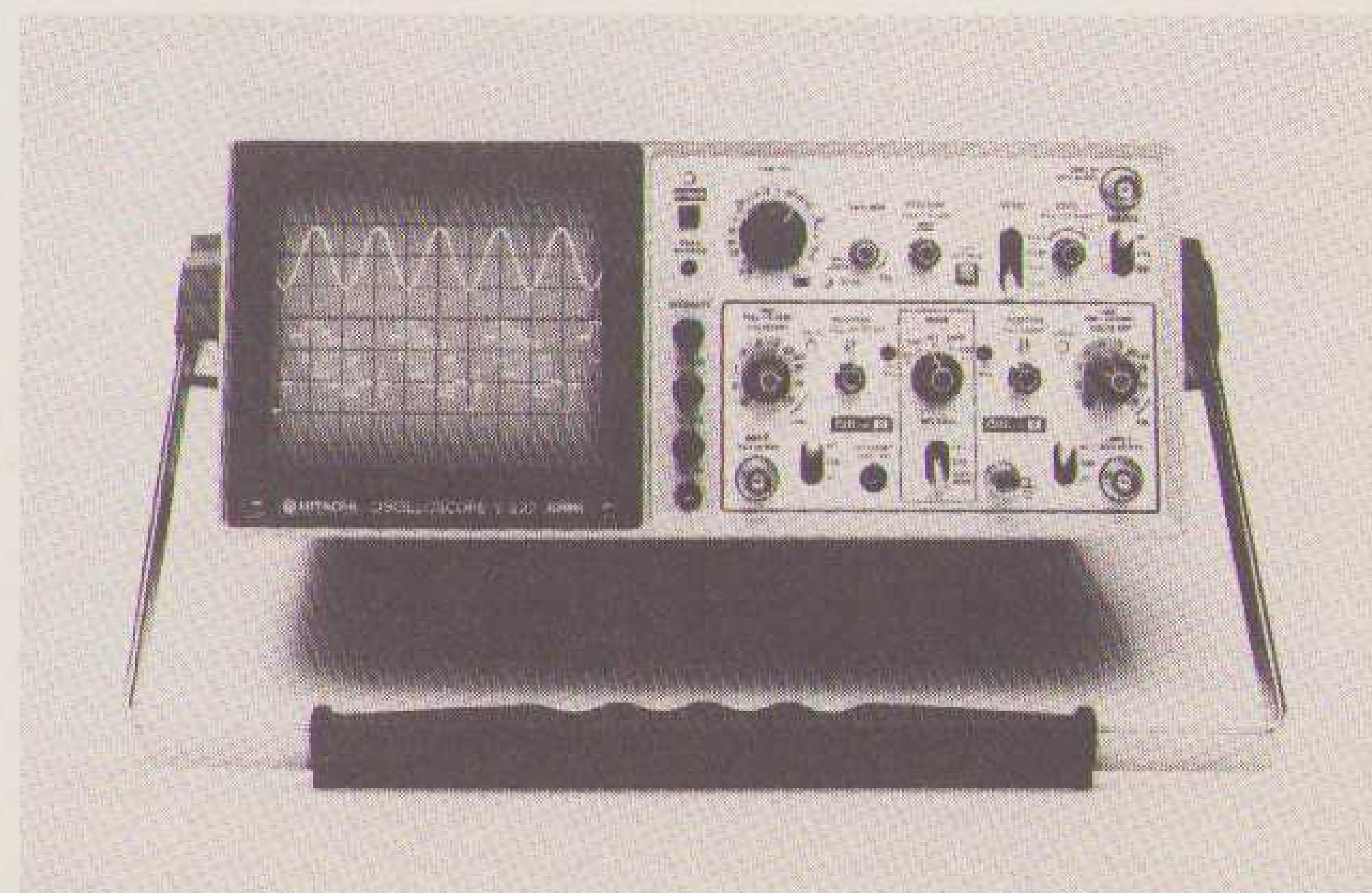
Alle prijzen zijn exclusief BTW Prijswijzigingen voorbehouden

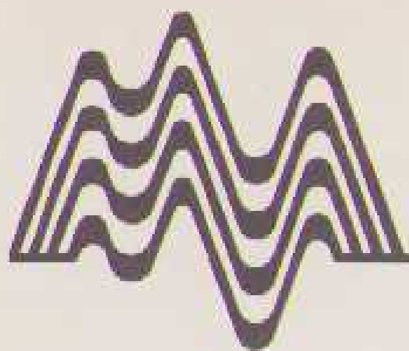
Cassette rekorder CBM C2N voor CBM-64	f 150,—
MODEM - STAR, akoestisch	f 810,—
Data cassettes 2 x 5 min. per stuk	f 3,95
per 10 stuks	f 35,—
Inktlinten geschikt voor:	
Epson TX-80, Star, Oki, CBM 3022	f 6,50
voor: MX-80, RX-80, FX-80, CBM 4022	f
DISKETTES: DE ALLERBESTE	
SCOTCH 3M 5" dd-ss	10 stuks
TIJDELIJK van f 97,50 voor	f 85,—

N I E U W !

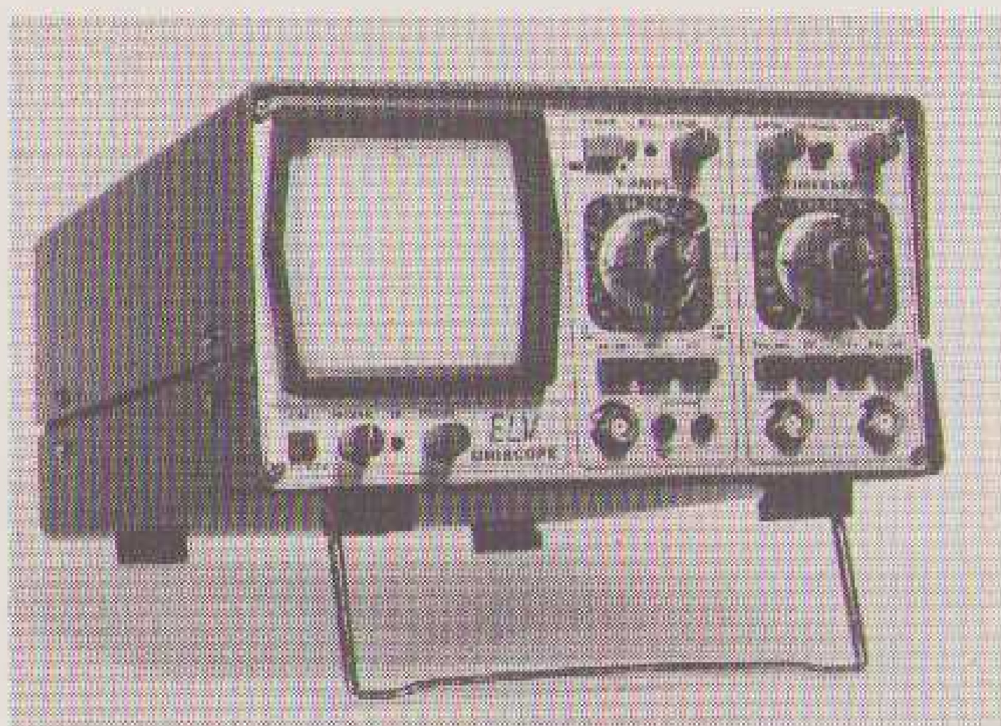
HITACHI SCOOPS

V-212 dubbelstraal DC-20MHz + 2 gratis probes	f 1.180,—
V-222 dubbelstraal DC tot 20 MHz + 2 gratis probes	f 1.350,—
V-422 DC tot 40 MHz dubbelstraals + 2 gratis probes	f 1.950,—





(9)



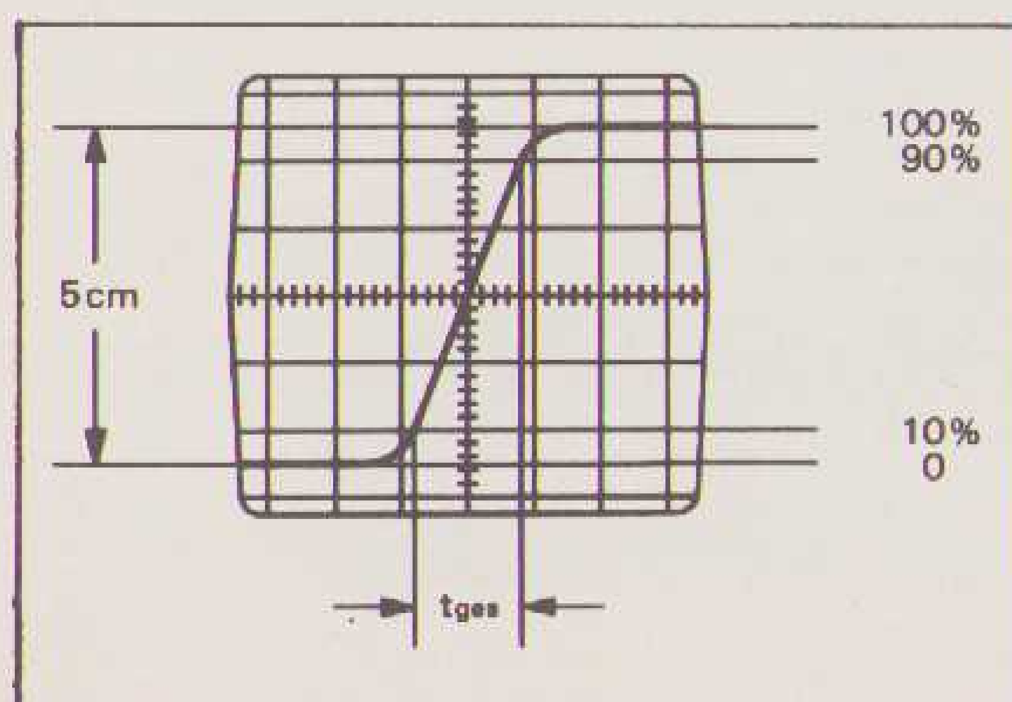
De uniscoop van ELV-HAMEG

Alvorens dit project af te sluiten met een korte handleiding voor de ELV-UNISCOOP en enkele richtlijnen, vervolgen wij de inleiding in de oscilloscopie, waarin wij grotendeels uitgaan van de ELV-UNISCOOP. De meeste aanduidingen en toelichtingen hebben in hun algemeenheid overigens betrekking op alle oscilloscopen.

In onze vorige aflevering waren wij gebleven bij de ***periodieke signaalspanning.***
Bepalend voor de puls-verhouding van een signaal zijn de stijgtijden van de spanningssprongen. Omdat het opstarten, eventuele afschuiningen van de horizontale pulsdelen en bandbreedtegrenzen, de meetnauwkeurigheid maar matig beïnvloeden, worden meestel stijgtijden van 10% tot 90% van de verticale pulshoogte gemeten.

Voorbeeld: De signaalamplitude wordt met behulp van de ***Y/AMPL.-schakelaar*** en de bijbehorende fijnregelaar op een verticale beeldhoogte van 5 cm ingesteld. Met de ***Y-POS.-instelling*** wordt dit plaatje vervolgens symetrisch ten opzichte van de horizontale middellijn op het beeldscherm geplaatst (2,5 cm boven en onder het midden). De horizontale tijdafstand in cm tussen de beide punten, waar de straal de horizontale rasterlijnen met ± 2 cm middenafstand kruist, is de te berekenen stijgtijd. Afvaltijden worden uiteraard op dezelfde manier gemeten. De optimale verticale beeldafstand en het meetbereik voor de stijgtijd is in ***fig. 1*** duidelijk aangegeven. Bij een met de tijdbasisschakelaar ingestelde tijdseenheid van 20 µs/cm levert het voor dit voorbeeld een gemeten totaaltijd van

$$t_{tot.} = 1{,}6\ \text{cm} \times 20\ \mu\text{s/cm} = 32\ \mu\text{s}$$



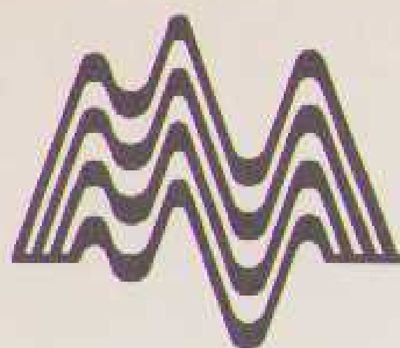
Uiteraard is men, afhankelijk van het signaal, vrij om zelf de tijdseenheid te kiezen. Men dient er wel op te letten dat alle instellingen geen invloed hebben op de tijdmeting. De beeldhoogte kan dus naar believen worden gewijzigd. Het is slechts van belang dat de horizontale tijdsafstand tussen 10% en 90% van de pulshoogte wordt gemeten en dat de tijdbasis-fijnregeling in calibratiestand C staat. Omwille van de nauwkeurigheid moet een te kleine beeldhoogte en te steile flanken (te langzame tijdbasis-stand) worden vermeden. Bij zeer korte tijdbasis-tijden moet de stijgtijd van de Y-versterker volgens Pythagoras van de gemeten tijdwaarde worden afgetrokken. De stijgtijd van het signaal is dan

$$T_{st} = \sqrt{T_{tot}^2 - T_{osc}^2}$$

Hierin is T_{tot} de totaal gemeten stijgtijd en T_{osc} die van de oscilloscoop *(bij de Uniscoop ca. 0,035 µs).* Als T_{tot} groter is dan 0,25 µs kan de stijgtijd van de Y-versterker worden verwaarloosd *(fout $<$ 1%).*

Aansluiten meetsignaal

Het meetsignaal kan de oscilloscoop binnenkomen direct via een afgeschermd meetkabeltje (bijv. HZ32 en HZ34), of indirect via een 10:1 delermeetstift. Het gebruik van de meetkabel is bij hoog-ohmige meetopstellingen alleen bij de lagere frequen-



ties (tot ca. 50 kHz) aan te bevelen. Bij hogere frequenties moet de signaalbron laag-ohmig — aan de kabelimpedantie (ca. 50 R) aangepast — zijn. Vooral bij de doorgave van blokgolven of pulsen moet de kabel bij de Y-ingang met een weerstand, gelijk aan de kabel-impedantie, worden kortgesloten. Bij gebruik van een 50 R kabel — bijv. HZ34 — is hiervoor de HZ22 doorgangssluiting van HAMEG te gebruiken. Vooral blokgolven met korte stijgtijden kunnen zonder kortsluiting sterk vertekend op het scherm komen. De flanken en horizontale delen worden dan sterk vervormd. Men dient er wel op te letten dat deze *"afsluitweerstand"* maximaal met maar 2 W mag worden belast. Deze grens wordt met een 10 V_{eff} — of met een 28,3 V_{ss} sinus — signaal bereikt. Als een 10:1 (bijv. HZ30) deler-meetstift wordt gebruikt is kortsluiting niet nodig. De aansluitkabel is dan al op de hoogohmige ingang van de oscilloscoop aangepast. Met deze deler-meetstift worden ook hoog-ohmige signaalbronnen slechts in geringe mate belast (ca. 10 MOhm ‖ 12pF). Daarom moet, als het door de deler-meetstift veroorzaakte spanningsverlies door wijziging van de Y-instelling kan worden opgevangen, ook nooit zonder worden gewerkt. Verder vormt ook de deler-impedantie een zekere bescherming voor de ingang van de meetversterker. Vanwege een gescheiden vervaardiging zijn alle delermeetstiften slechts voor-afgeregeld. Een nauwkeurige afregeling op de oscilloscoop is dan ook noodzakelijk (zie: hoofdstuk afregeling delermeetstift).

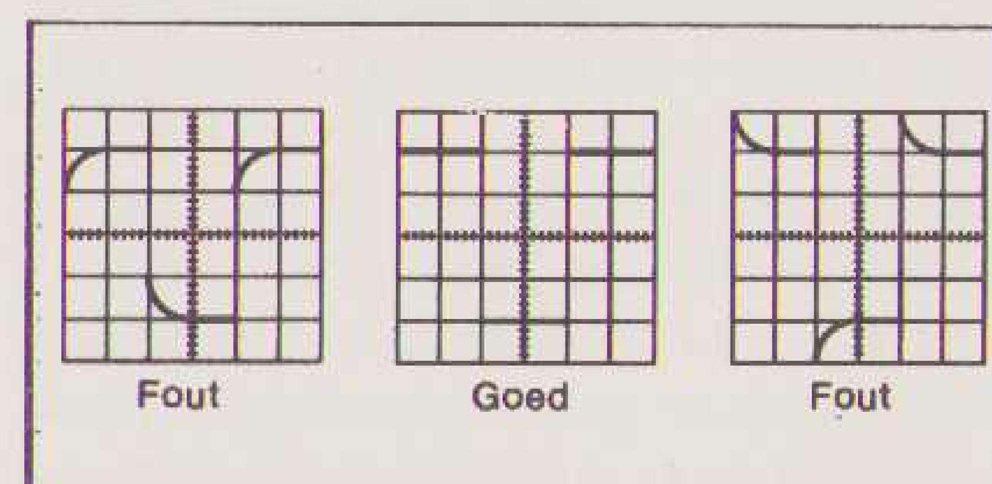
Bij gebruik van een 10:1 delermeetstift moet bij spanningen boven de 500 V altijd de DC-ingangskoppeling worden gebruikt. Bij AC-koppeling van laagfrequente signalen werkt de deler niet meer frequentieonafhankelijk. Pulsen kunnen schuin afgevlakt worden en gelijkspanningen worden onderdrukt; zij belasten echter wel de ingangscondensator van de oscilloscoop. Deze mag max. 500 V (DC + AC golftop) aan signaal toegevoerd krijgen. Zeer belangrijk is dan ook om als het even kan bij gebruik van een 100:1 delermeetstift de DC-koppeling te gebruiken. De deler-meetstift heeft meestal een maximaal toelaatbare spanning van 1500 V (DC + AC golftop). Om storende gelijkspanningen te onderdrukken mag echter een condensator met aangepaste capaciteit en werkspanning voor de deler worden geschakeld (bijv. om bromspanningen te meten). Bij de HZ37 delermeetstift (100:1) is de toelaatbare wisselspanning frequentie-afhankelijk begrensd. Onder de 20 kHz (TV-lijnfrequentie!) op max. 1500 V_t ≙ 3000 V_{tt} ≙ 1061 V_{tt}. Boven de 20 kHz (met f in MHz) op:

$$\frac{212}{\sqrt{f}} V_s \triangleq \frac{424}{\sqrt{f}} V_{ss} \triangleq \frac{150}{\sqrt{f}} V_{eff}.$$

Voor de weergave van kleine signalen is de keuze van het massapunt in de meetopstelling erg belangrijk. Dit moet altijd zo dicht mogelijk bij het meetpunt liggen. Anders kunnen eventueel aanwezige stroompjes in de massaleidingen of chassisdelen het eigenlijke signaal sterk vertekenen. Bijzonder kritiek is de massakabel van de deler-meetstift. Die moet zo kort en dik mogelijk worden gehouden. Het duidelijk optreden van brom- of stoorspanningen in de meetschakeling (vooral bij een gevoelige instelling van de Y-versterker) kunnen veroorzaakt worden door aardlussen, omdat dan afregelstroompjes door de afschermmantel van de meetkabel kunnen lopen (spanningsval tussen aardleidingen, veroorzaakt door de aansluiting van vreemde lichtnet-apparaten, zoals signaalgeneratoren). Uiterste voorzichtigheid moet worden betracht met het aansluiten van onbekende signalen op de meet-ingang! Zonder voorgeschakelde deler moet altijd de AC-ingangskoppeling worden gebruikt en wordt de Y-versterker op 20 V/cm ingesteld. Als de lijn na aansluiten van het signaal plotseling van het scherm schiet, is het mogelijk dat de amplitude van het signaal veel te groot is en zodoende de meetversterker volkomen overstuurt. De Y-schakelaar wordt dan naar links gedraaid, totdat de verticale afbuiging op het beeldscherm nog maar 3-6 cm hoog is. Bij een signaalamplitude van meer dan 120 V_{tt} is het echt noodzakelijk om een spanningsdeler voor te schakelen. Als de straal op het scherm ineens veel minder licht afgeeft, is de periodetijd van het signaal waarschijnlijk veel langer dan de ingestelde waarde op de tijdbasisschakelaar. Door deze naar links te draaien kan dit worden gecorrigeerd.

Afregeling deler-meetstift

Om de meetsignalen zo natuurgetrouw weer te geven, moet de gebruikte 10:1 deler-meetstift precies op de ingangsimpedantie van de meetversterker worden afgestemd. De uniscoop heeft hiervoor een ingebouwde blokgolfgenerator met een frequentie van ca. 1 kHz en een uitgangsspanning van 0,2 V_{tt} ± 1%. Voor de afregeling wordt de deler met uitgestoken weerhaakje aan de uitgangsring van de callibrator (waar blokgolf teken boven staat) gelegd, waarna de compensatietrimmer wordt bijgesteld, totdat de oscilloscoop het middelste plaatje uit **fig.2** op het scherm tekent.



De tijdbasisschakelaar moet tijdens de afregeling in de stand 0,2 ms/cm staan en de Y-ingangskoppeling op DC. Als de Y-schakelaar op 5 mV/cm staat (fijnregeling op C), is het weergegeven signaal 4 cm hoog. Omdat een deler-meetstift vaak zowel electrisch als mechanisch wordt mishandeld, verdient het de aanbeveling om de afregeling regelmatig te controleren. We wijzen er nog even op dat de ingebouwde blokgolfgenerator niet kan worden gebruikt voor tijd-ijkingen. Verder is de pulsverhouding niet 1:1. Tenslotte nog de opmerking dat de stijg-/afval-tijd van deze blokgolfgenerator zo klein is, dat de flanken zelfs bij maximale helderheid niet of nauwelijks zichtbaar zullen zijn. Dit is geen fout, maar kan wel het vermoeden opleveren voor een goed afgeregelde deler-meetstift (of een Y-afbuigcontrôle), evenals horizontale *"pulsdaken"*, gecalibreerde pulshoogte en nulpotentiaal op de onderste horizontale pulslijn.

Triggering en X-afbuiging

Het weergeven van een signaal is pas mogelijk als de tijd (X) -afbuiging wordt getriggerd. Om ook nog een stilstaand beeld te krijgen moet de triggering synchroon lopen met het

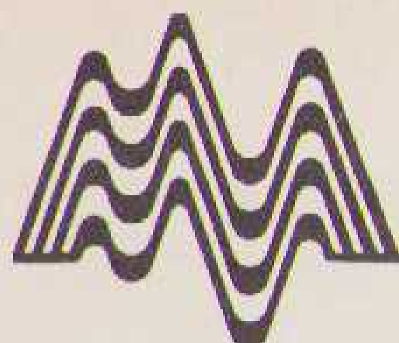
meetsignaal. Dit kan door het meetsignaal zelf, of door een ander extern toegevoerd synchroon signaal. Staat schakelaar AT/Norm. ***(uitgedrukt)*** in de stand AT *(automatische triggering)*, dan wordt de tijdlijn altijd, dus ook zonder meetsignaal, weergegeven. In deze stand kunnen bijna alle eenvoudige, zich periodiek herhalende, signalen van boven de 30 Hz stabiel worden weergegeven. De instelling van de tijdbasis beperkt zich dan tot de instelling van de tijdseenheid. Met ingedrukte AT/Norm. schakelaar en LEVEL-instelling *(normale triggering)* kan op iedere flank van het meetsignaal de X-afbuiging getriggerd worden. Met de interne normale triggering is het met de LEVEL-instelling haalbare triggerbereik sterk afhankelijk van de beeldhoogte van het weergegeven signaal. Als die minder dan 1 cm is, wordt het bereik, waarbinnen dit signaal goed wordt weergegeven, zeer klein en is het instellen friemelwerk. Als de triggering om wat voor reden dan ook uitvalt (bijv. verkeerde LEVEL-instelling, ontbrekend signaal, of een signaal van minder dan 3 mm beeldhoogte), dooft het beeldscherm meteen. Dit is geen fout, een gewoon verschijnsel van de normale triggering. Zodra het beeldscherm weer oplicht zal ook de triggering weer starten. Als de triggering moet starten op de negatieve flank van een signaal, dan moet de +/− schakelaar worden ingedrukt. Bij een signaal met korte pulsen kan zodoende de voor- of achterflank als triggerpunt worden gebruikt. Deze schakelaar is vooral van belang als slechts een deel van een signaalgolf op het scherm moet worden geprojecteerd. Dit kan dan het deel achter de positieve, of de negatieve flank zijn. Voor externe triggering wordt de schakelaar ***Tri. ext.*** ingedrukt en wordt op de linker BNC-stekker in het X-deel van het frontpaneel een signaal toegevoerd. Dit externe triggersignaal moet synchroon lopen met het meetsignaal. Het kan echter ook een frequentie hebben die een geheel veelvoud of deel is van de meetsignaalfrequentie. De amplitude van dit signaal moet liggen tussen de 0,5 Vtt en 5 Vtt. Externe triggering is — afhankelijk van de signaalvorm — mogelijk met zowel automatische als normale *(LEVEL instelling)* triggering. Deze externe trigger mogelijkheid is bijvoorbeeld handig bij het meten van bromspanningen in netgelijkrichters. Daartoe wordt op de trigger-aansluitbus een netfrequentie sinus van de aangegeven sterkte aangesloten. De op de Y-ingang aangesloten bromspanning wordt nu meteen stabiel weergegeven, of het nu om 50 (60) of om 100 (200) Hz aan bromfrequentie gaat. Zelfs als het signaal op het scherm kleiner is dan 3 mm *(interne triggerdrempel)*, wordt het vlekkeloos weergegeven. Verder kan worden onderzocht of meegevoerde bromsignalen van het lichtnet afkomstig zijn, of door andere bronnen asynchroon wordt opgewekt. Bij deze contrôles kan men het beste beginnen met de tijdbasisschakelaar op 10 ms/cm. Uiteraard zijn nog vele andere zinvolle toepassingen voor de externe triggering te bedenken.

Het triggersignaal is, zowel intern als extern, AC *(wisselspanning)* gekoppeld. Bij externe normale triggering met de LEVEL-instelling kunnen alle signalen vanaf 2 Hz stabiel worden getriggerd. Als een TV-videosignaal met beeldfrequentie moet worden weergegeven, moet, ter afzwakking van de lijnfrequentie signalen, de TV-schakelaar worden ingeschakeld. Dit verdient overigens ook de voorkeur voor andere signalen onder de 800 Hz, omdat dan door inschakeling van een laagdoorlaatfilter hoogfrequente storing en ruis in de triggerlijn wordt onderdrukt. Voor de weergave van een videosignaal met de lijnfrequentie moet de TV-schakelaar uiteraard uitgedrukt blijven. In beide gevallen moet altijd de normale triggering met LEVEL-instelling worden gebruikt. Verder dient men de +/− in de juiste (gewenste) stand te zetten. Zoals reeds eerder gezegd, kunnen eenvoudige signalen met de uitgedrukte schakelaar AT/Norm. automatisch worden getriggerd. De signaal-frequentie hoeft niet eens constant te zijn. Als echter de duty cycle van een blokgolf zo sterk verandert dat er naaldpulsen ontstaan, kan men toch beter overschakelen op normale triggering met LEVEL-regeling. Bij een mengsel van diverse signalen is de triggermogelijkheid afhankelijk van zich periodiek herhalende piekwaarden in het totale signaal. De LEVEL-instelling op dergelijke pieken komt wel erg nauwkeurig.

Als bij uiterst complexe signalen ook na meermalen proberen met de LEVEL-regeling en normale triggering geen stabiel triggerpunt is te vinden, kan meestal het beeld stil worden gezet met de fijnregeling van de tijdbasis. Vooral bij burst-signalen en pulsen met gelijke amplitude kan de triggering dan op een gunstig startpunt worden ingesteld. De juiste instelling van de +/− schakelaar is daarbij ook van belang. Alle met de tijdbasisschakelaar ingestelde waarden zijn uitsluitend correct als de fijnregeling helemaal tegen de linker aanslag is gedraaid en als de tijdlijn (hor. lijn) 7 cm lang is. Als de fijnregeling tegen de rechter aanslag is gedraaid, wordt de afbuigtijd ongeveer met een factor 2,5 ingekort. Deze waarde is echter niet exact gecalibreerd. in de bovenste stand van de tijdbasisschakelaar wordt dan een oplossingsgraad van ca. 200 ns/cm verkregen. De keuze van het meest gunstige tijdbereik is afhankelijk van de signaalfrequentie. Het aantal weergegeven curven wordt groter naarmate de tijdseenheid groter wordt, dus als de tijdbasisschakelaar naar links wordt gedraaid.

XY-werking

Voor externe horizontale afbuiging (XY-werking) moet de schakelaar ***Hor. ext.*** worden ingedrukt. Het X-signaal wordt aangesloten op de rechter BNC-plug van het X-gebied op het frontpaneel. De gevoeligheid van de X-versterker is niet instelbaar; zij bedraagt 0,65 Vtt/cm. De toegevoerde spanning mag dus niet boven de 4,5 Vtt uitkomen. Grotere X-spanningen moeten d.m.v. een voorgeschakelde spanningsdeler tot deze proporties worden teruggebracht. De plug is via een condensator (AC) gekoppeld met de rest van de schakeling; alleen wisselspanningen worden dus doorgegeven. De bandbreedte van de X-versterker loopt van 2 Hz tot 1 MHz (−3 dB). Echter boven de 30 kHz ontstaat al een merkbaar, en bij hogere frequenties steeds toenemend faseverschil tussen het X- en Y-signaal. Boven de 100 kHz zal dit de 3° overschrijden. Zodra de X- en Y-signalen om wat voor redenen dan ook wegvallen, zal op het scherm een punt worden geprojecteerd. Bij grote helderheid ***(INTENS. regeling)*** kan deze punt in het beeldscherm inbranden en de scoopbuis dus beschadigen!



Een practisch voorbeeld, waarbij deze mogelijkheid kan worden toegepast is het projecteren van Lissajousfiguren, ter vergelijking van de frequentie van twee signaalgeneratoren. Een van beide moet in ieder geval een variabele frequentie hebben. De signalen worden gewoon op de Y-ingang en op de Hor. ext.-ingang aangesloten. Door de instelbare frequentie te wijzigen is het mogelijk om beide frequenties tot op een fractie van een Hz aan elkaar gelijk te maken. Verder zijn zo ook harmonischen en sub-harmonischen, alsmede de frequentie- en fase-constantheid (bijvoorbeeld afhankelijk van temperatuur of werkspanning) van de generatoren te testen.

Onderdelentester

De ELV-Uniscoop heeft een ingebouwde onderdelentester, die ingeschakeld wordt door de ***CT-schakelaar*** in te drukken. Het te testen onderdeel wordt aangesloten op de twee bussen onder de CT-schakelaar. Bij ingedrukte CT-schakelaar zijn zowel de Y-voorversterker als de tijdbasisgenerator buiten werking. Overigens hoeven de op de BNC-plug(gen) aangesloten meetsignalen niet te worden losgekoppeld. Alle aansluitingen kunnen dus intact blijven.

Met uitzondering van de INTENS. en FOCUS regeling kan geen enkele instelling invloed uitoefenen op de test. Om de te testen onderdelen op de CT-ingangsbussen aan te sluiten zijn twee meetsnoeren, zoals bijvoorbeeld afkomstig van een multimeter, nodig. Na beëindiging van de test is de oscilloscoop direct weer voor *"normaal"* gebruik gereed door de CT-schakelaar uit te drukken. Door de electrische beveiliging van de uniscoop en die van eventueel op de meetkabels aangesloten andere netapparaten is het mogelijk dat de van een aardteken voorziene CT-ingangsbus met de massa wordt verbonden. Voor het testen van losse onderdelen is dit in het algemeen van geen belang. Als onderdelen in een schakeling worden getest, is het van belang dat deze eerst spanningsloos wordt gemaakt. In geval van geaarde netaansluitingen moet ook de stekker uit het stopcontact worden getrokken, omdat ook de aarde los moet worden gekoppeld. Een dubbele aarding (in de te testen apparaat en in de uniscoop) veroorzaakt namelijk aardlussen met als gevolg veel storing en weinig (of geen) bruikbare meetresultaten. Het principe van deze onderdelentester is vrij eenvoudig. De net-trafo van de uniscoop geeft een netfrequente sinus af, die de serieschakeling ingebouwde weerstand-testobject voedt. De sinusspanning wordt gebruikt voor de horizontale afbuiging en de spanningsval over de weerstand voor de verticale.

Als het testobject een reële grootheid (bijv. een weerstand) voorstelt, zijn beide afbuigspanningen gelijk in fase. Op het beeldscherm wordt dan een in meer of mindere mate schuin staande streep geprojecteerd. Als het testobject is kortgesloten, is de streep verticaal. Bij onderbrekingen of geen aansluiting is de streep horizontaal. De schuine stand van de lijn is dus een maatstaf voor de weerstandswaarde van het testobject. Hiermee zijn Ohmse weerstanden van 20 R tot 4K7 te testen. Condensatoren en inductieve onderdelen (spoelen, trafowikkelingen etc.) zorgen voor een faseverschil tussen stroom en spanning en dus ook tussen de afbuigspanningen. Het resultaat is een ellips-vormig plaatje. De schuine stand en breedte van de ellips zijn maatgevend voor de impedantie-weerstand bij de netfrequentie. Condensatoren van 0,1 µF tot 1000 µF kunnen zo worden getest. Bij halfgeleiders is de spanningsafhankelijke karakteristieke knik in de lijn op de sperren/geleiden overgang te zien. Voor zover dat met de beschikbare spanning mogelijk is, wordt de heen- en terug-karakteristiek weergegeven (bijv. bij een zener-diode van minder dan 8 V). Het gaat overigens altijd om een twee-polige test. Daardoor kan bijvoorbeeld de versterkingsfactor van een transistor niet worden gecontroleerd, maar wel de aparte overgangen B-C, B-E, C-E. Omdat er slechts enkele Volts op het te testen object staan, hoeft men niet snel bang te zijn voor vernieling van de halfgeleiders. Aan de andere kant zijn hierdoor echter doorslag- en sperspanningstests aan halfgeleiders voor hoge spanningen onmogelijk. Dit behoeft echter niet als een groot nadeel te worden ervaren, omdat in dergelijke gevallen bij fouten en/of defecten in de schakelingen meteen forse afwijkingen zullen ontstaan, die vrij eenvoudig het defecte element op laten sporen. Vrij nauwkeurige meetresultaten zijn te bereiken door de te testen onderdelen te vergelijken met een identiek type, waarvan men zeker is dat het goed is. Vooral voor halfgeleiders kan dat erg handig zijn. Zo kan bijvoorbeeld bij een onbekende diode of zener-diode de anode en kathode determineren, onderscheid maken tussen p-n-p- en n-p-n transistoren, of de B-C-E aansluitingen van een onbekende transistor vaststellen. Belangrijker echter zijn de eenvoudige goed/slecht tests van onderdelen met kortsluitingen of onderbrekingen; dit komt namelijk het meeste voor. Ondanks alles dient men ook nu uiterst voorzichtig te zijn met MOS-onderdelen, aangezien deze door statische electriciteit nog altijd beschadigd of vernield kunnen worden. Op het beeldscherm kan brom zichtbaar worden als de basis- of gate-aansluiting van een losse transistor los hangt, dus niet getest wordt (handgevoeligheid).

Volgende maand sluiten we dit project af met een korte handleiding en enkele richtlijnen voor deze scoop.

Binaire aftrek-schakelingen

Nadat we de optel-schakelingen hebben besproken gaan we in deze aflevering de binaire aftrek-schakelingen bekijken, om dan zo langzamerhand een idee te krijgen waar we naar toe gaan: ***de digitale electronica.***

Binair aftrekken

De regels voor het aftrekken van een binair getal van een ander zijn precies dezelfde als de regels in elk ander getalstelsel. Het belangrijkste punt om te onthouden is dat, als een getal van een kleiner getal wordt afgetrokken, er *'geleend'* moet worden van de eerstvolgende meest significante kolom. Neem nu het eenvoudige voorbeeld van:

```
 2 3
 —7
```

Eerst proberen we 7 van 3 af te trekken, dit is niet mogelijk. Nu moeten we van de 2 uit de tientallenkolom een 1 lenen en deze aan de eenhedenkolom toevoegen waarin hij de waarde 10 krijgt. Het probleem kan dan als volgt worden herschreven:

```
1      (10 + 3)
          -7
----------------
1         6
```

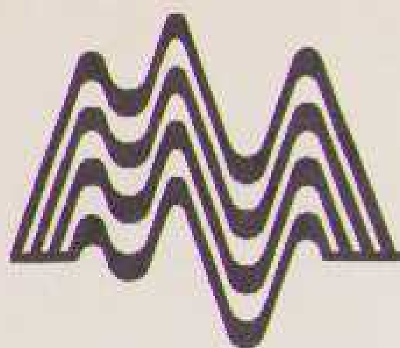
Het resultaat wordt nu eenvoudig, daar 7 gemakkelijk van 13 kan worden afgetrokken. Men kan nu zeggen, dat het resultaat van het aftrekken van twee enkele digits uit twee delen bestaat, die we in het vervolg ***'som'*** *en* ***'leen'*** *(Engels: borrow)* zullen noemen. In het bovenstaande voorbeeld geeft 3 – 7 als 'som' 6 en een 'leen' van 1. Later wordt het duidelijk waarom we het resultaat van een verschil 'som' noemen. Het enige verschil tussen het binaire en het tientallige stelsel is er bij het optreden van 'leen'. In het binaire stelsel heeft de 'leen' de waarde 2 i.p.v. 10, zoals het geval is in het tientallig stelsel. De enige 4 mogelijkheden die in het binaire stelsel bij het aftrekken kunnen optreden, zijn in ***fig. 1*** vermeld.

```
          0                  0
         –0                 –1
        ----               ----
LEEN     SOM       LEEN     SOM
 0        0         1        1

          1                  1
         –0                 –1
        ----               ----
LEEN     SOM       LEEN     SOM
 0        1         0        0
```

Fig.1.

De enige toestand, welke een 'leen' veroorzaakt, is het verschil 0 – 1 =. De 'leen' heeft, als hij naar de voorgaande kolom getransformeerd is, de waarde 2. Hierdoor wordt de 'som': (2 + 0) – 1 = 1.
Deze eenvoudige theorie kan nu op een wat ingewikkelder probleem, bestaande uit getallen met meer dan één cijfer, worden toegepast. Het volgende voorbeeld laat zien hoe het probleem in kleine stappen wordt opgedeeld. Dit wordt gedaan om te illustreren hoe een electronisch circuit de operatie uitvoert. Merk op, dat de



'leen' nu apart wordt behandeld door hem van een partieel geformeerde som af te trekken. Dit wordt in ***fig.2*** verduidelijkt aan de hand van het verschil van 011 en 110. In het voorbeeld van fig.2 is de volgorde van handelen als volgt. Eerst worden de 2 minst significante bits van elkaar afgetrokken. Dit levert een 'leen' op die tijdelijk onthouden moet worden. Dan worden de twee volgende digits afgetrokken. Dit wordt gevolgd door het aftrekken van de 'leen' die, op zijn beurt een nieuwe 'leen' produceert in de opvolgende kolom voor de hogere macht. Dit proces gaat door, totdat het gewenste resultaat is bereikt. Belangrijk om op te merken is, dat evenals de carry in de optelling, de 'leen' door de logica tijdelijk moet worden onthouden totdat hij nodig is. De implicaties hiervan worden later behandeld.
Fig.3 laat de berekening zien van het verschil van 1010 en 1101.

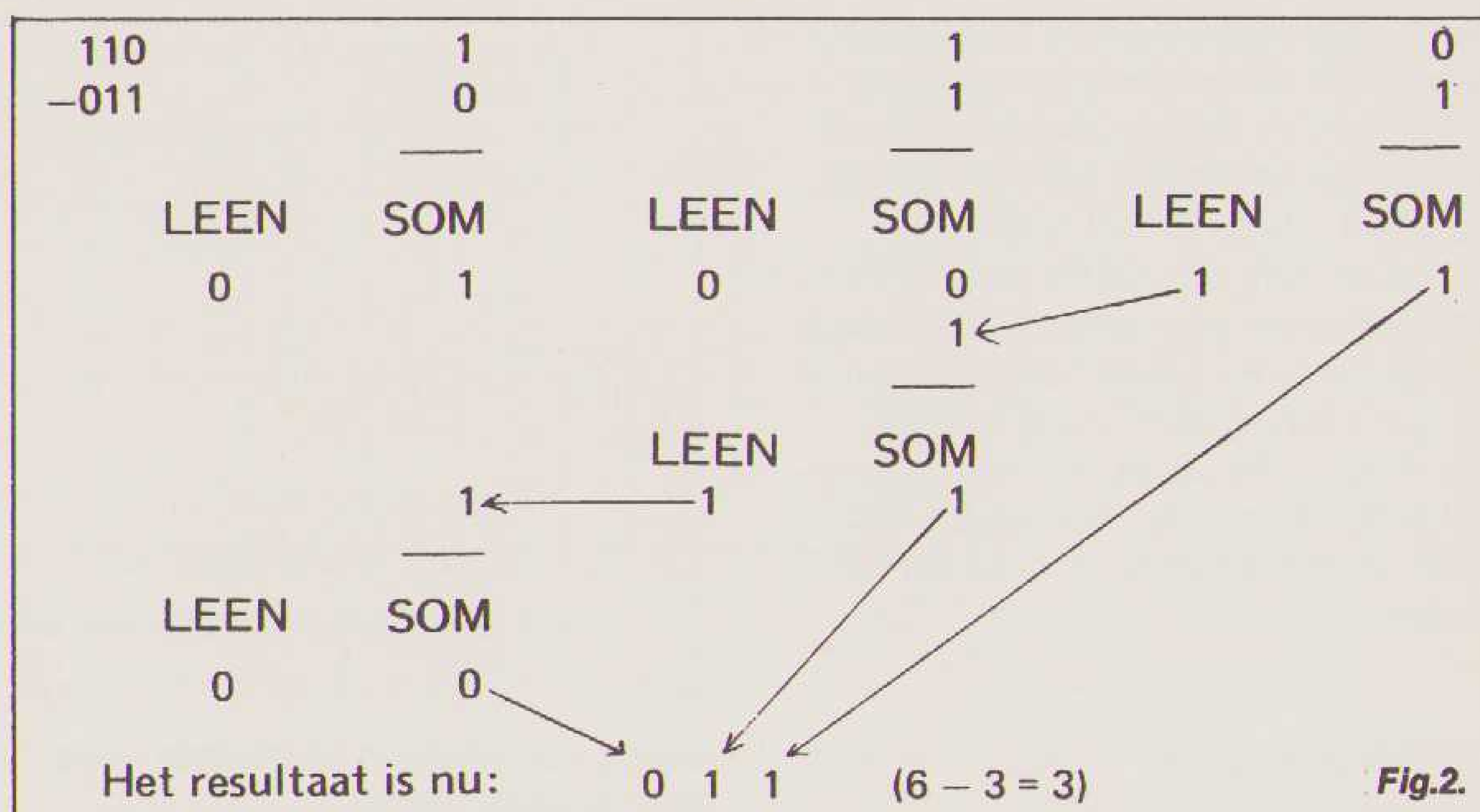


Fig.2.

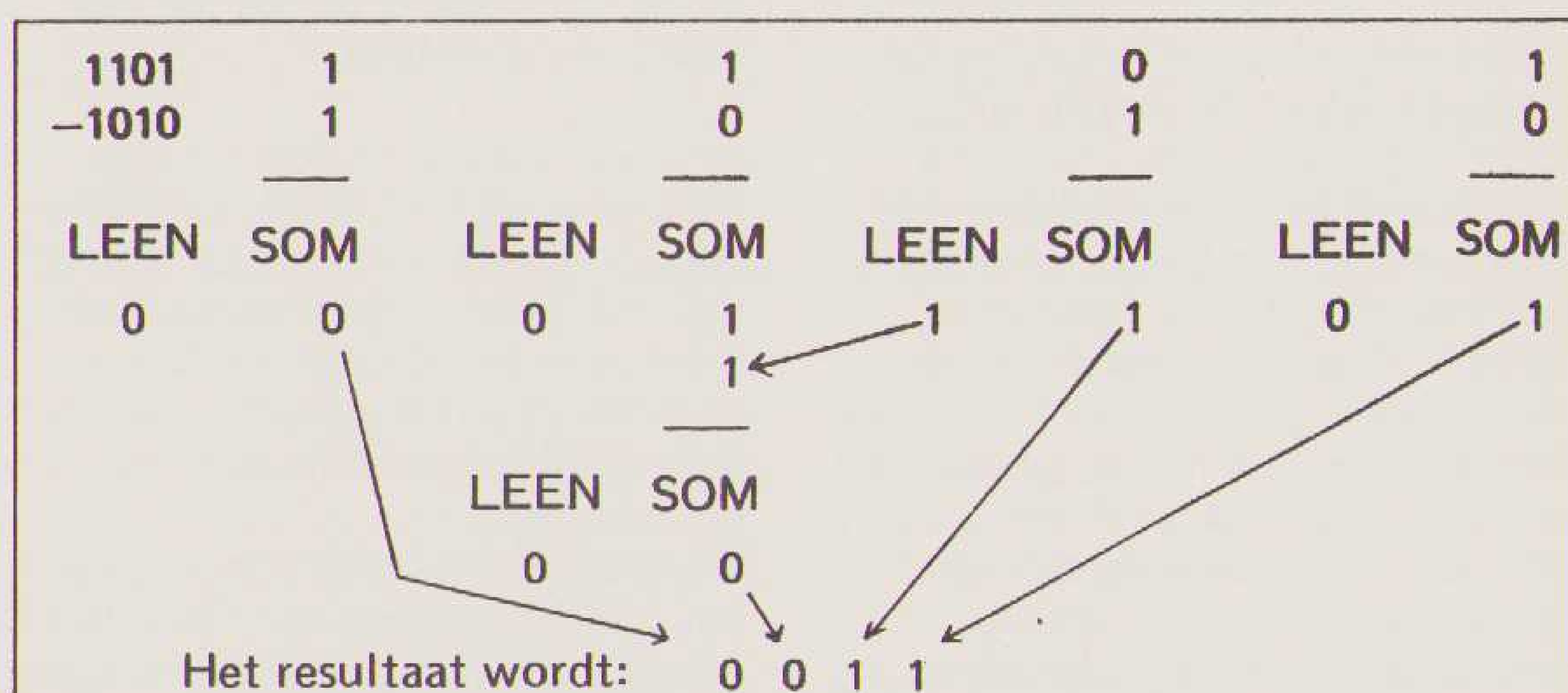


Fig.3.

De half subtractor

U heeft gezien, dat het resultaat van een verschil uit twee delen bestaat: 'som' en 'leen'. Het is ook bekend dat er bij het aftrekken van enkelvoudige bits slechts 4 verschillende gevallen zijn. De waarheidstabel in ***fig.4*** beschrijft deze 4 gevallen voor het verschil van de booleaanse variabelen A en B, (A – B). Als een logisch circuit dit verschil moet uitvoeren, moet het natuurlijk aan deze waarheidstabel voldoen.
Merk op dat de 'som' een logische '1' geeft als A is 1 èn B is 0 òf als A is 0 èn B is 1. Er treedt slechts een 'leen' op als A is 0 en B is 1. De vergelijkingen die uit dit tabel gehaald kunnen worden zijn:

SOM $= A.\overline{B} + \overline{A}.B$
LEEN $= \overline{A}.B$

Voorbeeld: We schetsen een logische schakeling dat het verschil berekent van twee binaire variabelen.

SOM $= A.\overline{B} + \overline{A}.B$
LEEN $= \overline{A}.B$

Het somgedeelte kan eenvoudig gerealiseerd worden door een EX-OR poort, daar

$$A \oplus B = A.\overline{B} + \overline{A}.B$$

De aftrekschakeling kan geschetst worden als afgebeeld in ***fig.5a*** of slechts met AND en OR poorten als afgebeeld in ***fig.5b***. Beide schakelin-

A	B	SOM	LEEN
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Fig.4. Deze waarheidstabel beschrijft de 4 gevallen voor het verschil van de booleaanse variabelen A en B, (A – B).

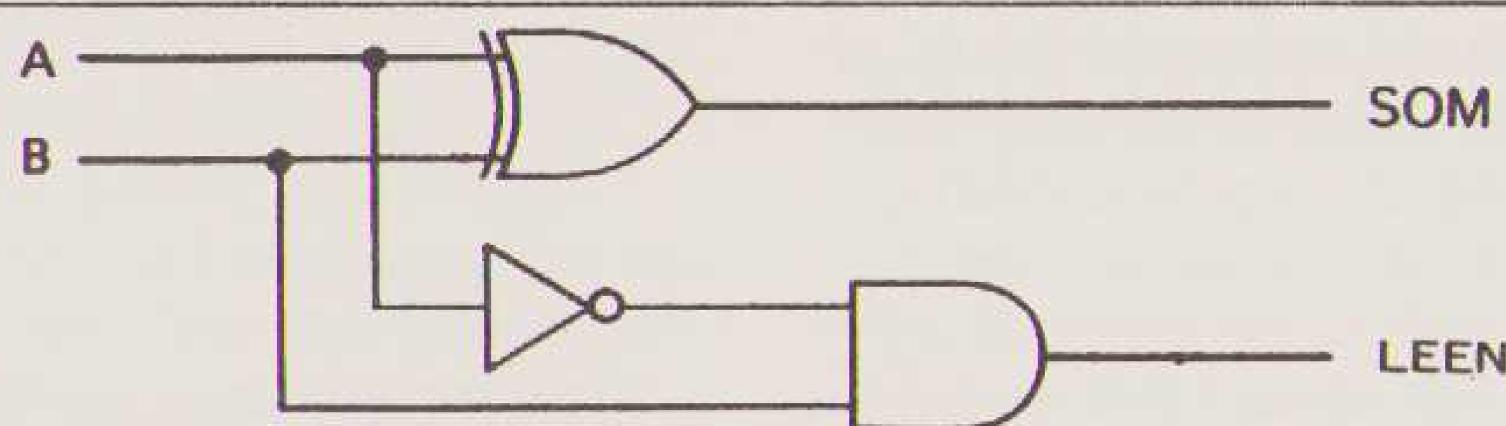


Fig.5a. Half subtractor-schakeling..

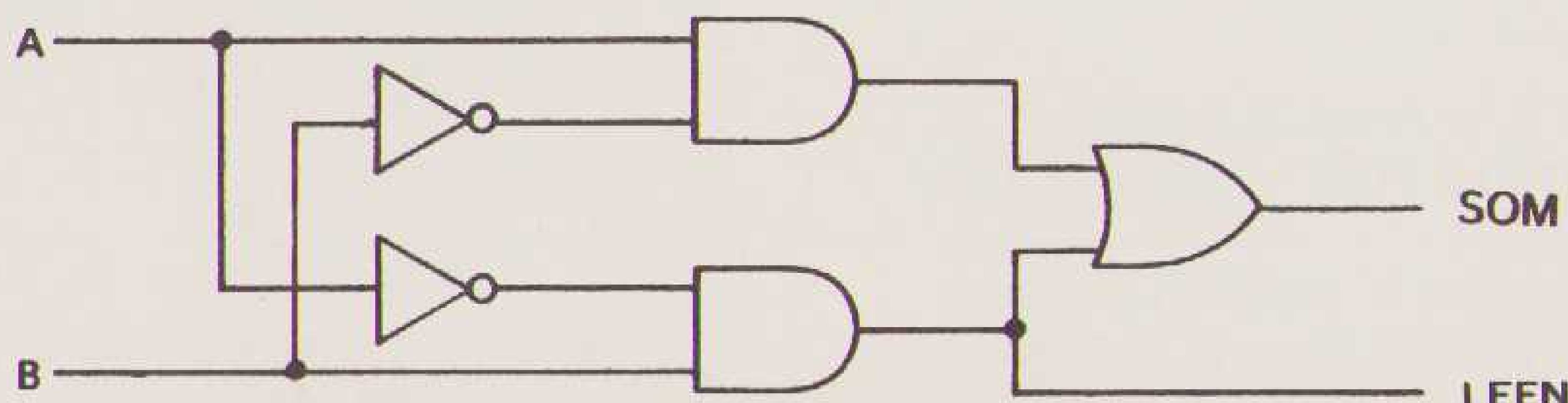
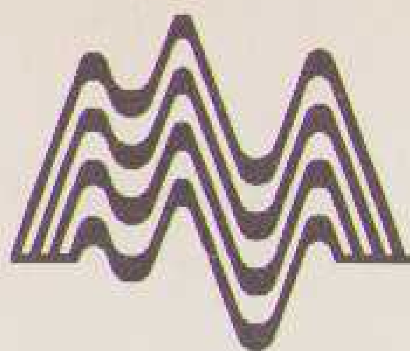


Fig.5b. Half subtractor-schakeling met AND en OR poorten.



gen staan bekend onder de Engelse naam ***half subtractors*** *(to subtract = aftrekken)* en vormen het fundament voor meer complexe aftrekschakelingen. Net zoals de half adder, gebruikt de half subtractor een EX-OR poort voor de som uitgang. Het enige verschil tussen beide schakelingen is de carry en de leen. In de tweede schakeling, ***fig.5b,*** is de 'leen' gemakkelijk uit te voeren, daar de EX-OR poort is opgebouwd uit AND en OR poorten.

A	B	Ingaande leen	Som	Uitgaande leen
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

Fig.6. Waarheidstabel voor een full subtractor: A – B – (INGAANDE LEEN).

De full subtractor

We hebben gezien, hoe een half subtractor in staat is het verschil te bepalen van twee bits, met als uitkomst een 'som' en een 'leen'. Bij zo'n verschil moet de leeninformatie, om te worden meegeteld, naar de eerstvolgende, meest significante, digitkolom worden geschoven. Als deze volgende digits worden bewerkt, moet deze leeninformatie worden afgetrokken van het partiële resultaat, dat verkregen is door het aftrekken van de ene digit van de andere.
Het zal nu duidelijk zijn, dat in het algemeen een schakeling, om het verschil tussen twee digits te bepalen, drie ingangen dient te hebben; twee voor de te bewerken digits en één voor de leen van het voorgaande partiële verschil. Twee half subtractors, die aan elkaar worden gekoppeld, zijn in staat een goede 'som'-uitgang te produceren, maar voor de 'leen' zijn enige veranderingen nodig. Zo'n schakeling wordt full subtractor genoemd en wordt op dezelfde manier uit twee half subtractors opgebouwd als een full adder uit twee half adders. De ingangen van de full adder waren volledig uitwisselbaar. Dit is echter niet het geval bij een full subtractor, de volgorde hier is kritischer. Er is slechts keuze uit twee manieren: eerst worden beide digits van elkaar afgetrokken en dàn pas de leen, of de leen wordt eerst afgetrokken.
De alternatieven bij het aftrekken van B van A zijn:

A – B = PARTIËLE SOM
PARTIËLE SOM – LEEN = SOM
of. . .
A – LEEN = PARTIËLE SOM
PARTIËLE SOM – B = SOM

waarin de leen de inkomende leen is van het voorgaande partiële verschil.

Beide uitvoeringen zullen een goed som signaal geven.
De waarheidstabel van de full subtractor ziet u in ***fig.6.***

Voorbeeld: We gebruiken de waarheidstabel uit fig.6 om de uitdrukkingen voor de som en de leen af te leiden. We laten nu zien hoe deze uitdrukkingen in logische poorten verwezenlijkt kunnen worden. Er wordt geen gebruik gemaakt van 2 half subtractors!!
Uit deze waarheidstabel is te halen dat de vergelijkingen voor de full subtractor als volgt moet worden genoteerd:

SOM =
$$\bar{A}.\bar{B}.C + \bar{A}.B.\bar{C} + A.\bar{B}.\bar{C} + A.B.C$$
UITGAANDE LEEN =
$$\bar{A}.\bar{B}.C + \bar{A}.B.\bar{C} + \bar{A}.B.C + A.B.C$$
waarin C = INGAANDE LEEN

Een blik op deze twee uitdrukkingen toont ons, dat de twee uitdrukkingen drie termen gemeen hebben. De resulterende logische schakeling ziet u in ***fig.7.***

waarin:
$V = A.\bar{B}.\bar{C}$
$W = \bar{A}.B.\bar{C}$
$X = \bar{A}.\bar{B}.C$
$Y = A.B.C$
$Z = \bar{A}.B.C$

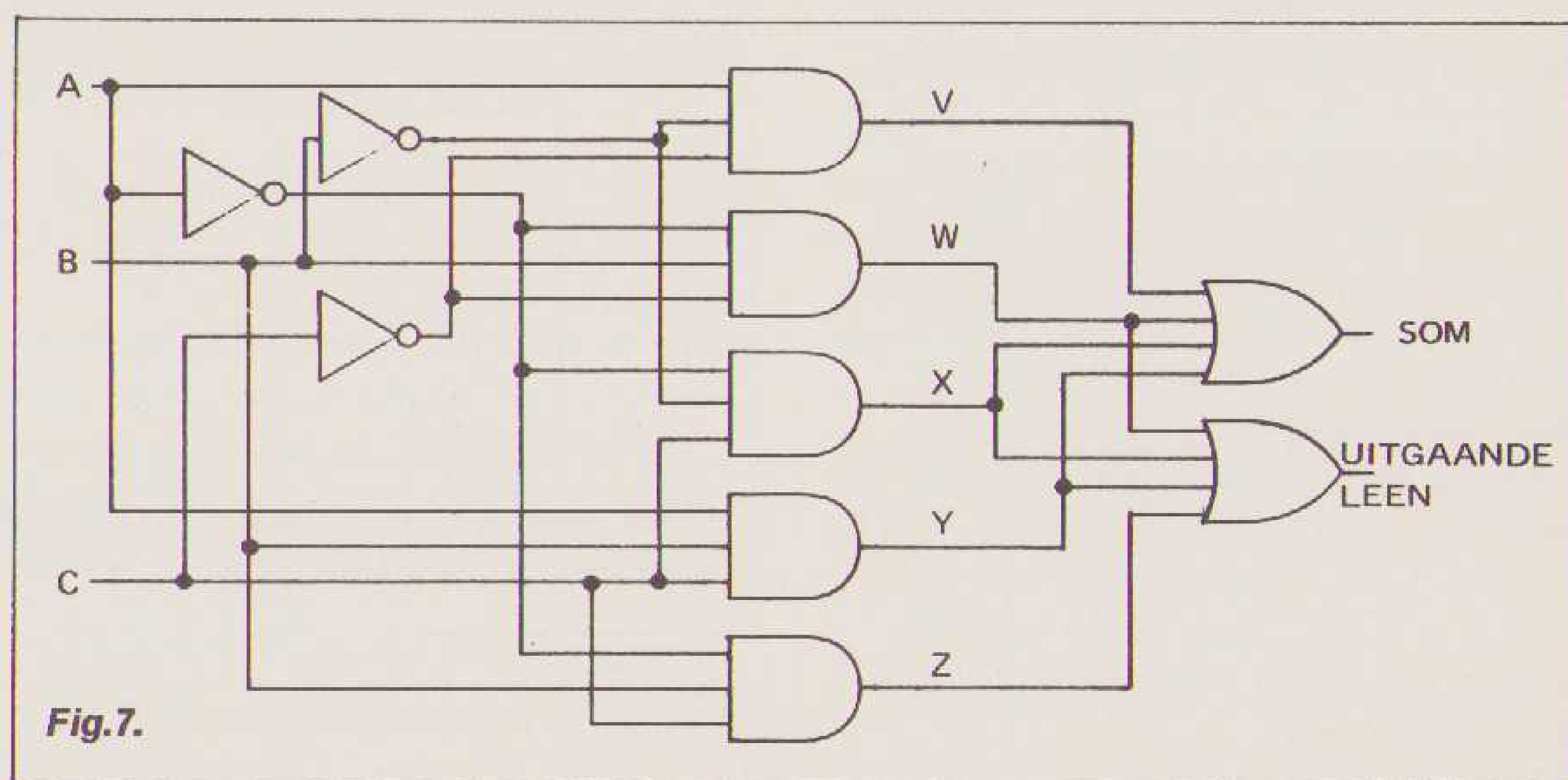
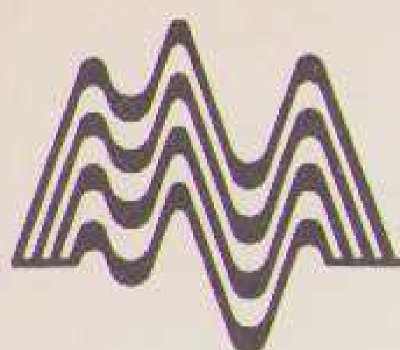


Fig.7.

Een full subtractor kan op dezelfde wijze uit twee half subtractors worden opgebouwd als een full adder uit twee half adders. De waarheidstabel van de full subtractor geeft de volgende vergelijkingen voor de som:

$$SOM = \bar{A}.\bar{B}.C + \bar{A}.B.\bar{C} + A.\bar{B}.\bar{C} + A.B.C \quad (C = \text{INGAANDE LEEN})$$
$$= \bar{C}.\ (\bar{A}.B + A.\bar{B}) + C.\ (\bar{A}.\bar{B} + A.B)$$
$$= \bar{C}.\ (\bar{A}.B + A.\bar{B}) + C.\ [\overline{(A+B)} + \overline{(\bar{A}+\bar{B})}]$$
$$= \bar{C}.(\bar{A}.B + A.\bar{B}) + C.\ [\overline{(A+B).(\bar{A}+\bar{B})}]$$
$$= \bar{C}.(\bar{A}.B + A.\bar{B}) + C.\overline{(A.\bar{A} + A.\bar{B} + B.\bar{A} + B.\bar{B})} \quad \text{door uitschrijven}$$
$$= \bar{C}.(\bar{A}.B + A.\bar{B}) + C.\overline{(\bar{A}.B + A.\bar{B})}$$



De term $\overline{A}.B + A.\overline{B}$ is gelijk aan het uitgangssignaal van een EX-OR poort, dus de som-uitgang van een half subtractor met als uitgangssignalen A en B. Als deze term in het full subtractor proces als een partiële som wordt opgevat, dan:

SOM =
$\overline{C}.(\text{PARTIËLE SOM}) + C.\overline{(\text{PARTIËLE SOM})}$

die op zijn beurt weer de uitgang is van een EX-OR poort, deze keer met als ingangssignalen: C (of INGAANDE LEEN) en de PARTIËLE SOM; een tweede half subtractor dus.

De vergelijking van de UITGAANDE LEEN van een full subtractor is:

UITGAANDE LEEN
$= \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + \overline{A}.B.C + A.B.C$
$= \overline{A}.B.(\overline{C} + C) + C.(\overline{A}.\overline{B} + A.B)$
$= \overline{A}.B + C.\overline{(\overline{A}.B + A.\overline{B})}$ (zie boven)

De term $\overline{A}.B$ is het leenuitgangssignaal van een half subtractor die de operatie A – B uitvoert.
De term $C.(A.\overline{B} + \overline{A}.B)$ kan herschreven worden als:

(INGAANDE LEEN) . $\overline{(\text{PARTIËLE SOM})}$

waarin de PARTIËLE SOM het uitgangssignaal is van een half subtractor met als ingangssignalen A en B. De term $C.\overline{(\overline{A}.B + A.\overline{B})}$, of (INGAANDE LEEN) . $\overline{(\text{PART.SOM})}$ is ook op te vatten als de leenuitgang van een half-subtractor die de operatie

(PARTIËLE SOM) – (INGAANDE LEEN)

uitvoert.
Het is gemakkelijk in te zien dat de leenuitgang van een full subtractor bestaat uit een eenvoudige OR combinatie van de leenuitgangssignalen van de twee half subtractors, die op een geschikte wijze met elkaar doorverbonden zijn.

Voorbeeld: Leidt uit de bovenstaande vergelijkingen af hoe een full subtractor uit twee half subtractors kan worden opgebouwd.
De schakeling van een full subtractor, opgebouwd uit twee half subtractors, ziet u in ***fig.8.***

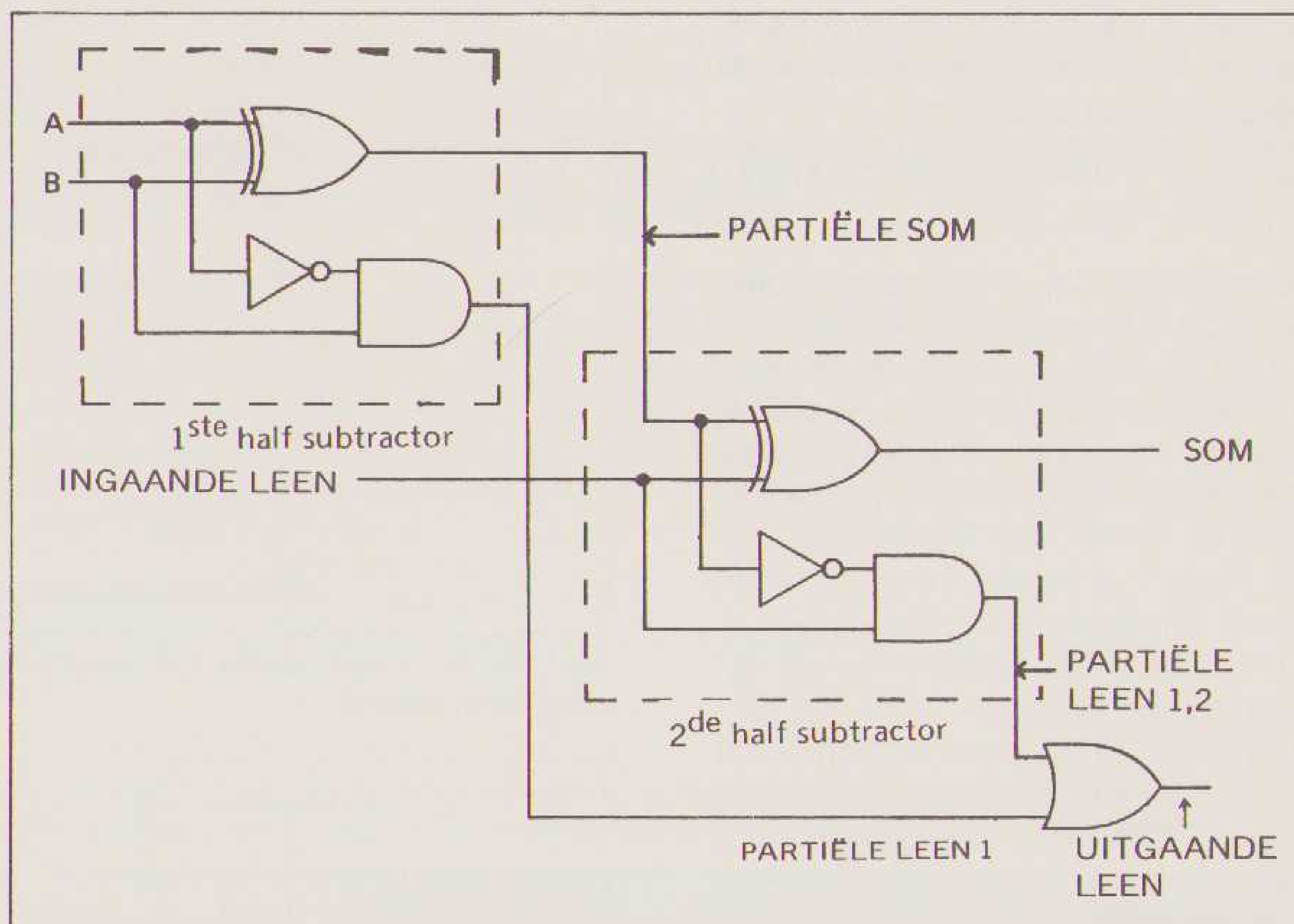
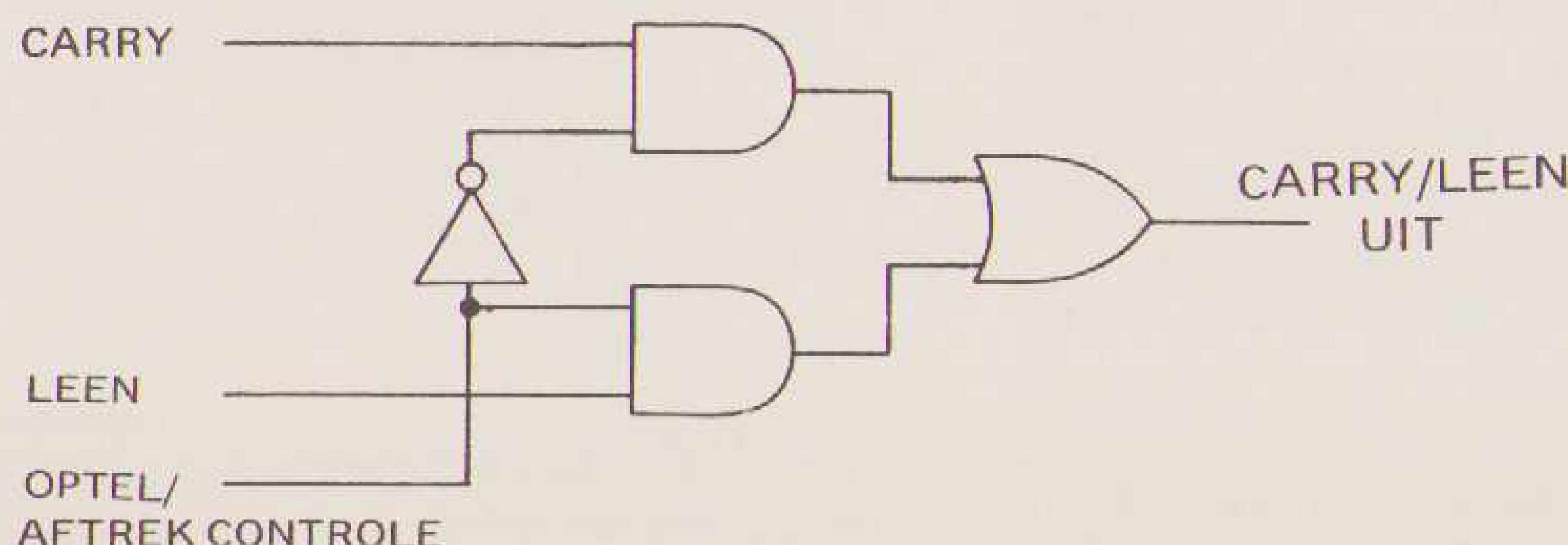


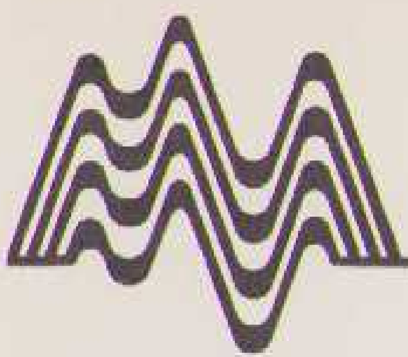
Fig.8. De schakeling van een full subtractor, opgebouwd uit twee half subtractors.

Optel- en aftrekschakelingen

Uit hetgeen hiervoor is behandeld, kan men concluderen dat er een opmerkelijke overeenkomst bestaat tussen de logische schakelingen van de half adder en de half subtractor en dientengevolge ook tussen de full adder en de full subtractor. De somuitgangen, die door EX-OR poorten kunnen worden uitgevoerd, zijn inderdaad gelijk. Het enige verschil tussen de optel- en aftrekschakelingen is de opwekking van de carry- en leenuitgangssignalen die naar de opvolgende, meest significante, bit uit de berekening moeten worden gevoerd. Deze uitgangssignalen worden door de half adder en de half subtractor door middel van een eenvoudige AND poort opgewekt. De carry- en leen-uitgangssignalen van de full adder resp. de full subtractor worden op eenzelfde wijze opgewekt.
Het zou erg nuttig zijn als één enkel logische schakeling beide rekenkundige processen kan uitvoeren. Dus als de functie willekeurig kan worden gekozen door een logische toestand op een aparte contrôle-ingang. De opmerkelijke overeenkomst tussen de schakelingen, hierboven reeds opgemerkt, suggereert dat het probleem om ze te combineren niet zò groot zal zijn. Op het eerste gezicht lijkt het probleem eenvoudiger dan het eigenlijk is, omdat we kunnen zeggen dat de carry en de leen twee geheel verschillende signalen zijn en daarom apart kunnen worden opgewekt.

De optel-/aftrekschakeling zal dan twee aparte onafhankelijke uitgangen voor de carry en de leen moeten hebben èn nog een som-uitgang. In de practijk is deze oplossing echter onaanvaardbaar, omdat deze oplossing voor een full adder/subtractor-schakeling zowel een ingang voor de ingaande carry als een voor de ingaande leen vereist. De ideale oplossing voorziet in een enkele gecombineerde carry/leenuitgang, die de juiste carry-informatie geeft als de schakeling zich in de opteltoestand bevindt en de juiste leeninformatie geeft als de schakeling in de aftrektoestand bevindt. De carry- en leenuitgangen van een half adder/subtractor kunnen gecombineerd worden, zodat slechts een enkele uitgang wordt verkregen door de combinatie van AND en OR poorten in ***fig.9*** te gebruiken.





Het uitgangssignaal van de schakeling in ***fig.9*** wordt door de volgende vergelijking beschreven.

UITGANG = $\overline{\text{(OPTEL/AFTREK)}}$.CARRY + (OPTEL/AFTREK).LEEN

Hieruit volgt dat, als de optel/aftrek contrôle-ingang zich op een logisch '1' niveau bevindt, de toestand van de LEEN-ingang rechtstreeks naar de uitgang zal worden doorgevoerd. De CARRY zal worden tegengehouden, daar de OPTEL/AFTREK-ingang van de CARRY AND poort zich op een logisch '0' niveau bevindt. Als de OPTEL/AFTREK contrôle-ingang op een logisch '0' niveau staat, zal de CARRY-informatie rechtstreeks naar de uitgang worden doorgegeven en zal de LEEN-informatie worden tegengehouden.

Een half adder/subtractor schakeling dat van de vergelijking: UITGANG = $\overline{\text{(OPTEL/AFTREK)}}$.CARRY + (OPTEL/AFTREK).LEEN gebruik maakt om de LEEN/CARRY uitgang te realiseren, staat in ***fig.10*** afgebeeld. We zien nu eindelijk waarom we bij de half subtractor het woord 'SOM' hebben gebruikt voor de uitgang. Bij deze gecombineerde schakelingen levert dat voordeel op. Een half adder/subtractor kan op een andere wijze gerealiseerd worden door gebruik te maken van de overeenkomst die bestaat tussen de CARRY en de LEEN vergelijkingen, dus:

CARRY = A.B.

LEEN = $\overline{\text{A}}$.B.

Als het contrôlesignaal (OPTEL/AFTREK) in het vervolg C wordt genoemd, dan kan de gecombineerde CARRY/LEEN-uitgangsvergelijking als volgt worden genoteerd:

CARRY/LEEN = $\overline{\text{C}}$.CARRY + C.LEEN
$\overline{\text{C}}$.A.B. + C.$\overline{\text{A}}$.B

hetgeen te vereenvoudigen is tot:

CARRY/LEEN = B.(A.$\overline{\text{C}}$ + $\overline{\text{A}}$.C)

dat gelijk is aan: **B.(A⊕C)** een EX-OR poort dus voor het ingangssignaal A en het contrôle signaal C met een AND verbinding naar het ingangssignaal B. In ***fig.11*** ziet u hoe het nieuwe diagram van de half adder/subtractor nu wordt. Hoe de waarheidstabel van twee gecombineerde OPTEL/AFTREK schakelingen wordt ziet u in ***fig.12.***

Een full adder/subtractor-schakeling kan eenvoudiger worden uitgevoerd dan een combinatie van twee half

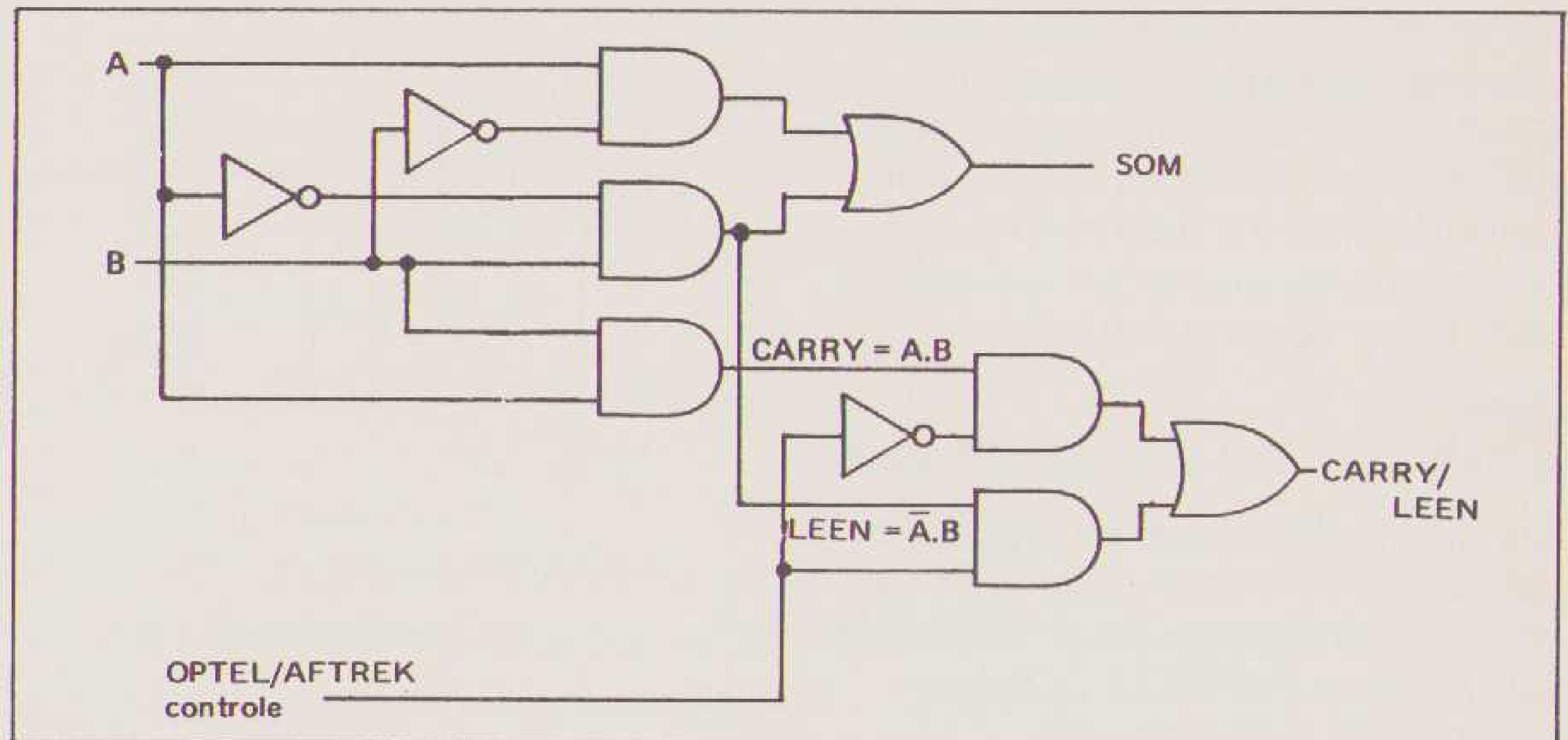


Fig.10 In de bovenstaande half adder/subtractor schakeling wordt de LEEN/CARRY ingang gerealiseerd.

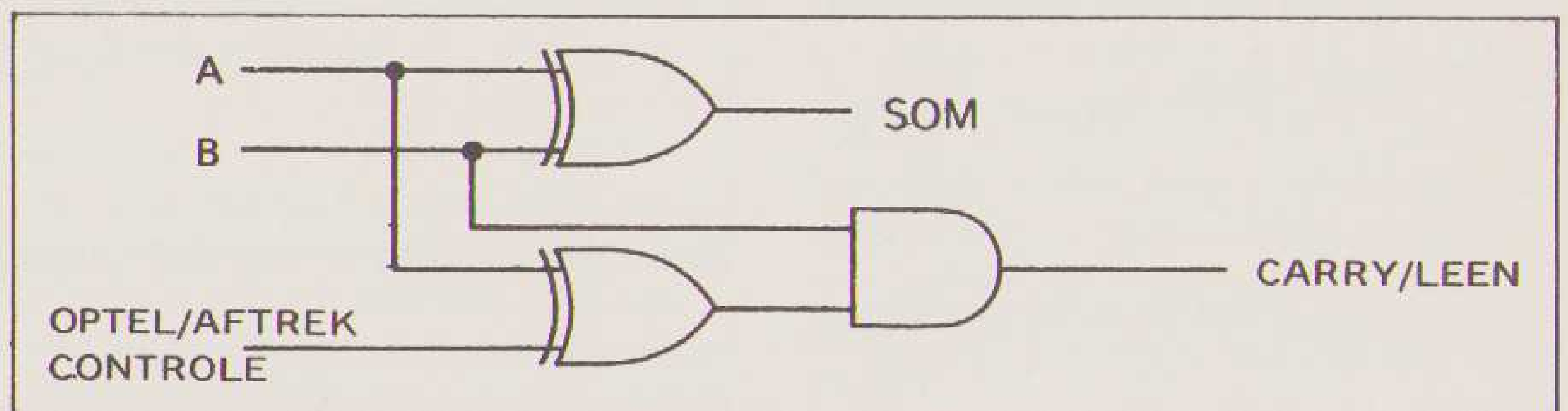


Fig.11. Het nieuwe diagram van de half adder/subtractor.

OPTEL/AFTREK CONTROLE	A	B	SOM	CARRY/LEEN	
0	0	0	0	0	Optelling
0	0	1	1	0	
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	1	
1	0	0	0	0	Aftrekking
1	0	1	1	1	
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	0	

Fig.12. De waarheidstabel van twee gecombineerde OPTEL/AFTREK schakelingen.

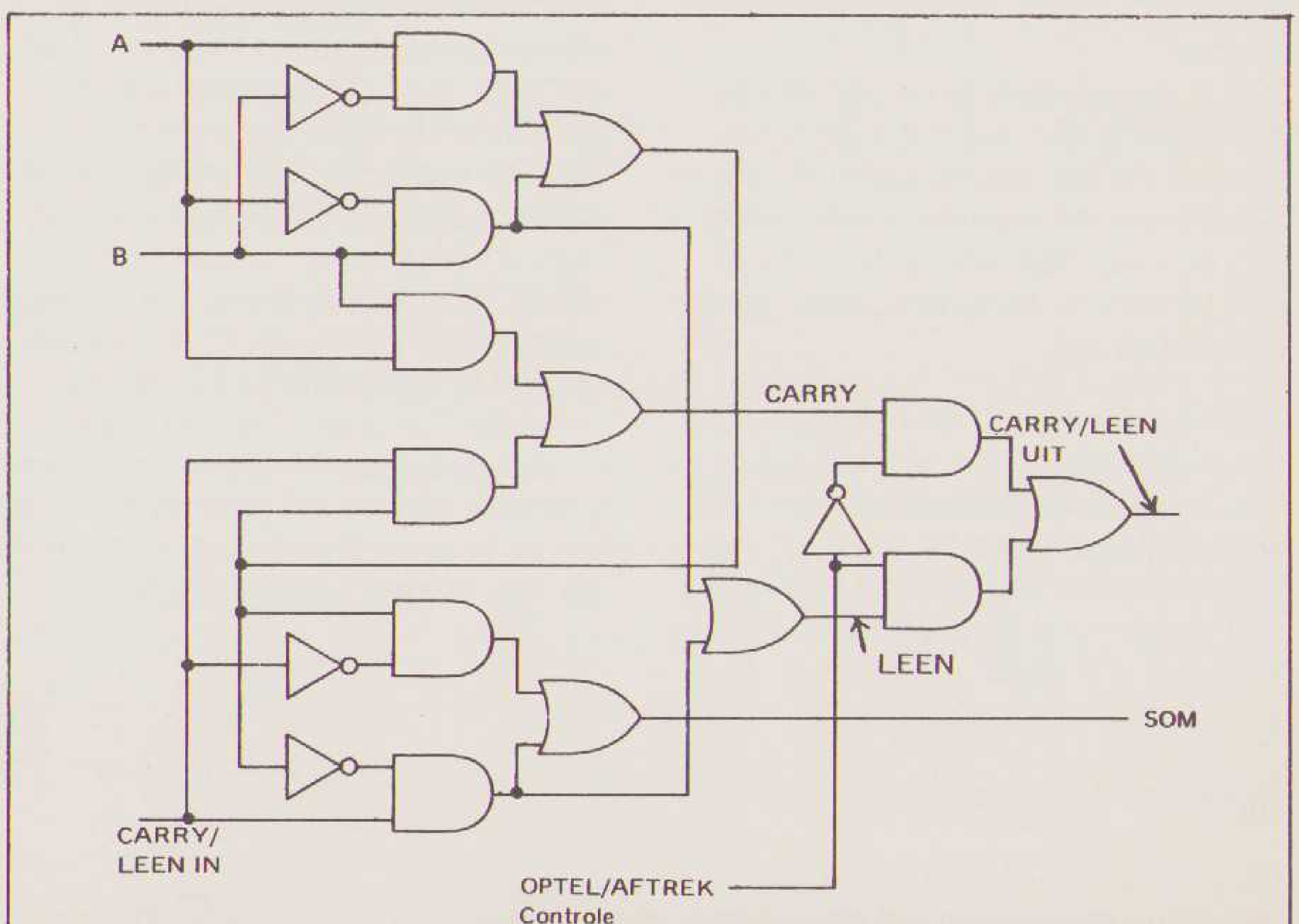
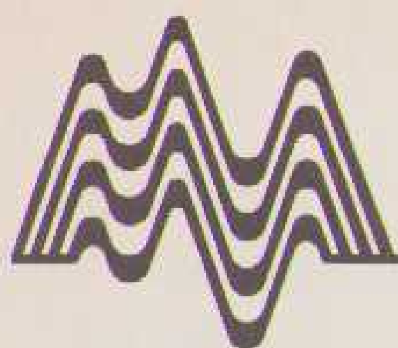
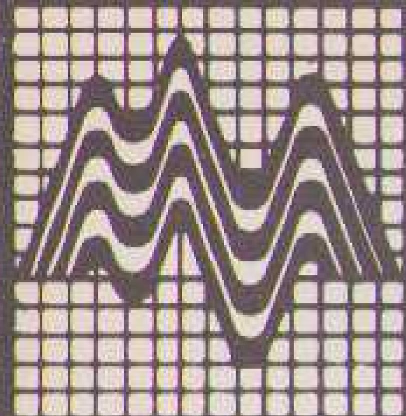


Fig.13. Een full adder/subtractor schakeling kan eenvoudiger worden uitgevoerd, daar er slechts een enkele carry/leen-schakeling nodig is.



adder/subtractor-schakelingen, daar er slechts een enkele carry/leen-schakeling nodig is. De schakeling is afgebeeld in *fig.13.*
Tot zover deze keer, volgende maand zullen we de theorie van het complementaire optellen uitleggen.

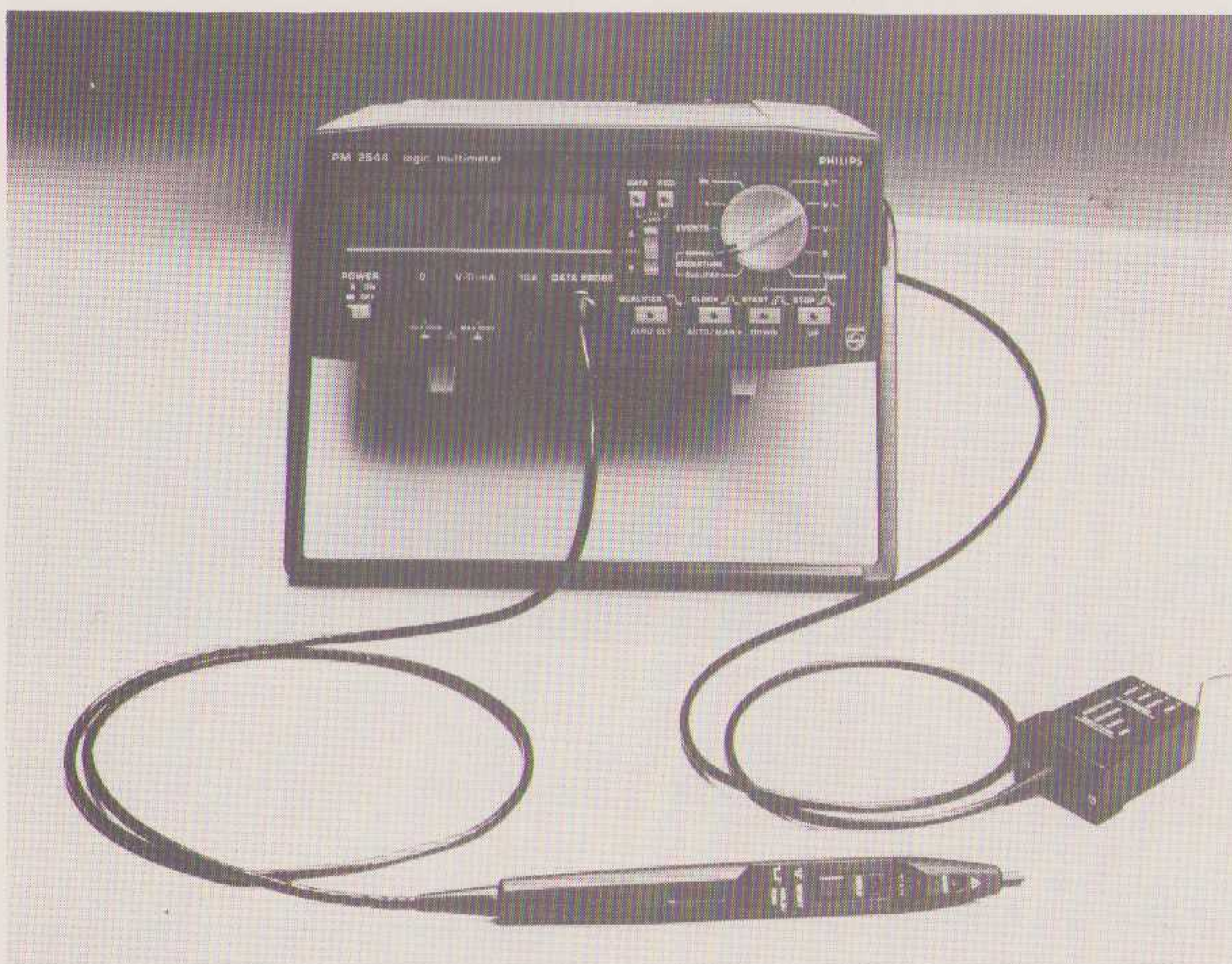


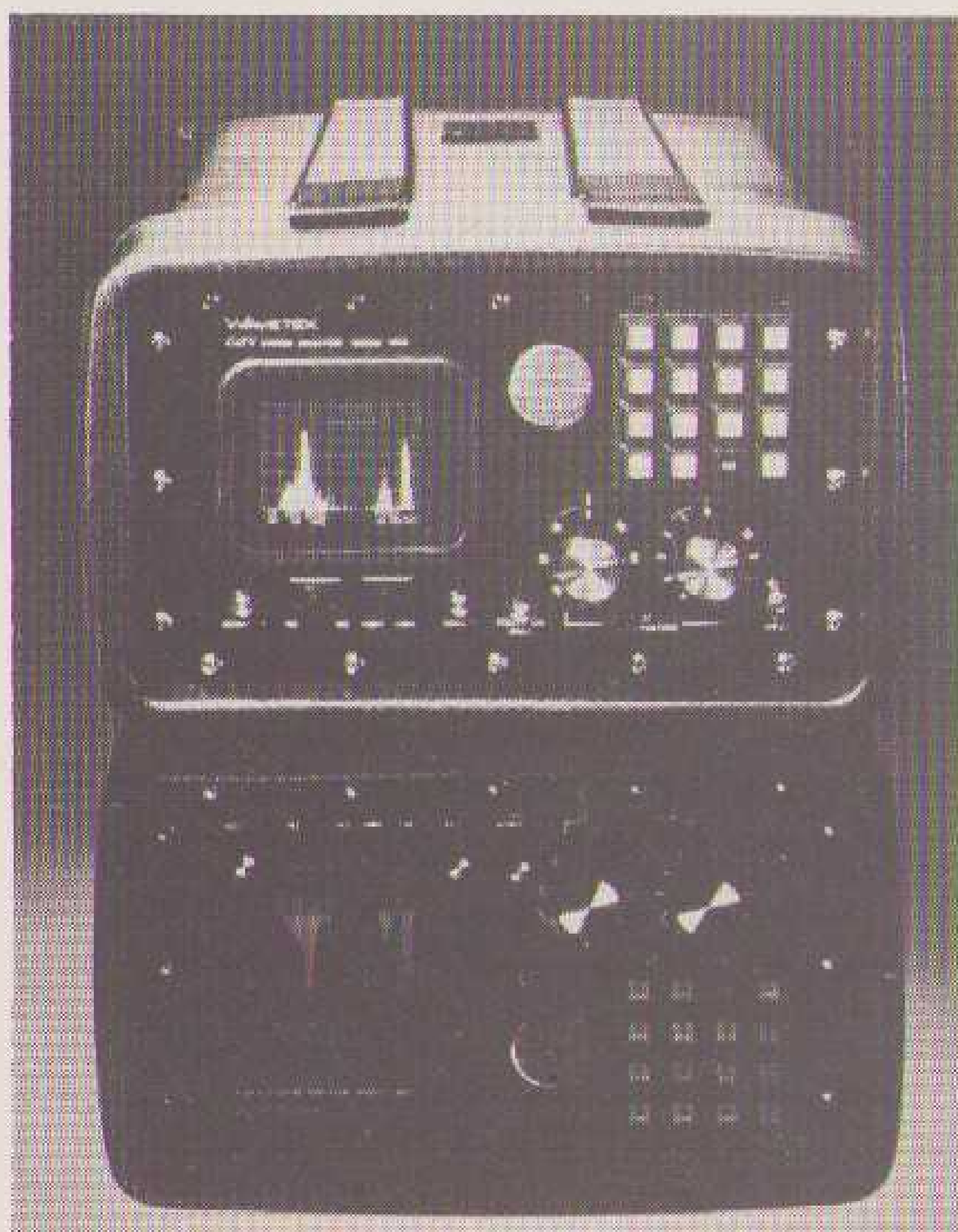
Meet- & testsystemen

NIEUWE PHILIPS MULTIMETER

Philips heeft een multimeter geïntroduceerd met geavanceerde mogelijkheden voor signatuuranalyse, alsmede voor frequentie- en tijdmeetfuncties. Deze logische multimeter, *de PM 2544,* kan worden voorzien van een optionele geheugenmodule waarmee tot 125 signaturen kunnen worden opgeslagen (en up-to-date gehouden) waardoor het raadplegen van service-documentatie overbodig wordt. Het nieuwe meetinstrument maakt wissel- en gelijkspanningsmetingen tot 450 V mogelijk met een gevoeligheid van 100 µV en voor de wisselspanning een bandbreedte van ▶ 20 kHz. Gelijkstroommetingen tot 10 A zijn mogelijk, terwijl weerstanden tot 10 MOhm kunnen worden gemeten met een precisie van 0,1 Ohm. Alle standaard multimeterfuncties zijn voorzien van relatieve referentiefaciliteiten. Vier frequentie/tijdfuncties realiseren frequentiemetingen tot 20 MHz en tijdmetingen — gedefinieerd door start- en stopsignalen — met 100 nsec. resolutie. De keuze van het meetbereik van alle counter/-timer- en multimeterfuncties geschiedt automatisch.

PHILIPS NEDERLAND.
Postbus 523,
5600 AM EINDHOVEN.





GEAVANCEERDE CATV SYSTEM ANALYSER, MODEL 1880

Wavetek heeft onlangs de nieuwe system analyser model 1880 geïntroduceerd, die alle kabeltelevisie diploma's bezit. Bij deze revolutionaire analyser wordt 90% van het reken- en afstemwerk door de inwendige mide 1865 sweep analyser, is de fabrikant erin geslaagd deze CATV analyring welke is opgedaan bij de bekende 1865 sweep analyser is de fabrikant erin geslaagd deze CATV analyser te ontwikkelen. In de meeste gevallen behoeft slechts de frequentie geselecteerd te worden en een simpele druk op de knop voltooit de volgende metingen: amplitude; beeld-geluid afstand; spectrum; signaal-ruis afstand; brom afstand; kruismodulatie; 2e en 3e order producten; FM zwaai en audio contrôle. Tevens volledige calibratie in 1 sec. Deze gegevens kunnen opgeslagen en weer worden opgeroepen middels 2 digitale geheugens. De meest significante gegevens worden onder in het display weergegeven. Verder zijn er nog technische snufjes als: *"split screen"* waarmee onafhankelijk van elkaar 2 verschillende metingen kunnen worden uitgevoerd. De frequentie afstemming geschiedt door het intypen van de frequentie of het TV-kanaal op het keyboard, audio contrôle voor het checken van I.M. producten e.d. en voor eenmalige verschijnsels, en een *"peak hold"* functie die het gebruik als sweep analyser mogelijk maakt. De analyser is uiteraard standaard accu gevoed.

AIR-PARTS INTERNATIONAL B.V.
Postbus 255,
2400 AG Alphen a/d Rijn.
Tel. 01720 - 43221.

HIOKI H 3222 4½ DIGIT DMM

De *Hioki H3222* is een 4½-tallige DMM, programmeerbaar, draagbaar met on-scale zero reference aanpassing, 10 geheugenfuncties en met tal van nieuwe functies. Het heeft een sampling rate: slow/fast instelbaar van 2.5/6.25 sec. – 1. TRMS meting. Naast DMM functies is deze uitgebreide meter ook toepasbaar als:

— frequentiemeter 4 Hz .... 200 kHz.
— high-resist.: tot 200 Mohm.
— comparator: good/no-good go/no-go.
— scaling functie: Y = (X-A) × B.
— deviation %: (X-A) A × 100.
— pulse generator: 0-5 .... 8192 Hz.
— teller: 99999.
— counter: 99999 sec.
— dB: decibel - inp.ref.
— output: analoog - 02, BCD - 03 en GP-JB - 04. Deze uitgebreide meter heeft een basisnauwkeurigheid van 0.04 %.

B.V. INGENIEURSBUREAU VOOR ELECTROTECHNIEK IR. I. HARTOGS
Strevelsweg 700/603,
3083 AS Rotterdam.
Tel. 010 - 817833.

GEAUTOMATISEERD LICHTMEETSYSTEEM

Gamma Scientific houdt zich al geruime tijd bezig met de ontwikkeling en productie van geautomatiseerde lichtmeetsystemen. Het nieuwe *C-11 lichtmeetsysteem* maakt gebruik van

ADVERTEERDERS INDEX

ADVERTEREN?

Bel 030 - 790644

Vraagt u naar Ton Boers.

SLUITINGSDATUM ADVERTENTIES

Novemberuitgave

Maandag 3 oktober 1983

Decemberuitgave

Maandag 7 november 1983



een IBM personal computer, die het C-11 systeem ingekende kracht geeft voor het meten en analyseren van data en de grafische weergave daarvan. De computer communiceert met de GS4100 intelligente radiometer, die het meetproces voor spectraal scannen (door activering van de dispersieve elementen van de monochromator), ruimtelijk scannen (door beweging van een pinhole in het beeldvlak van de opneemoptiek), of een combinatie van beide. De hoeveelheid licht per golflengte of per plaats wordt gemeten met behulp van een fotomultiplier en wordt door middel van een snelle A/D converter digitaal aan de computer toegevoerd. Uiteraard wordt de golflengte dan wel positie eveneens opgeslagen. Tot de krachtige grafische analysemogelijkheden behoren bijvoorbeeld transmissiecurve, CIE diagrammen en MTE analyse. Verder kan men o.a. kleurtemperatuur of kleurcoördinaten bepalen en meetgegevens interpoleren. Het C-11 systeem wordt voornamelijk in de ontwikkeling en productie-contrôle toepepast voor bijvoorbeeld beeldbuizen en displays.

KONING EN HARTMAN
Postbus 43220,
2504 AE Den Haag.
Tel. 070 - 210101.

NIEUWE FREQUENTIETELLERS VAN HEWLETT-PACKARD

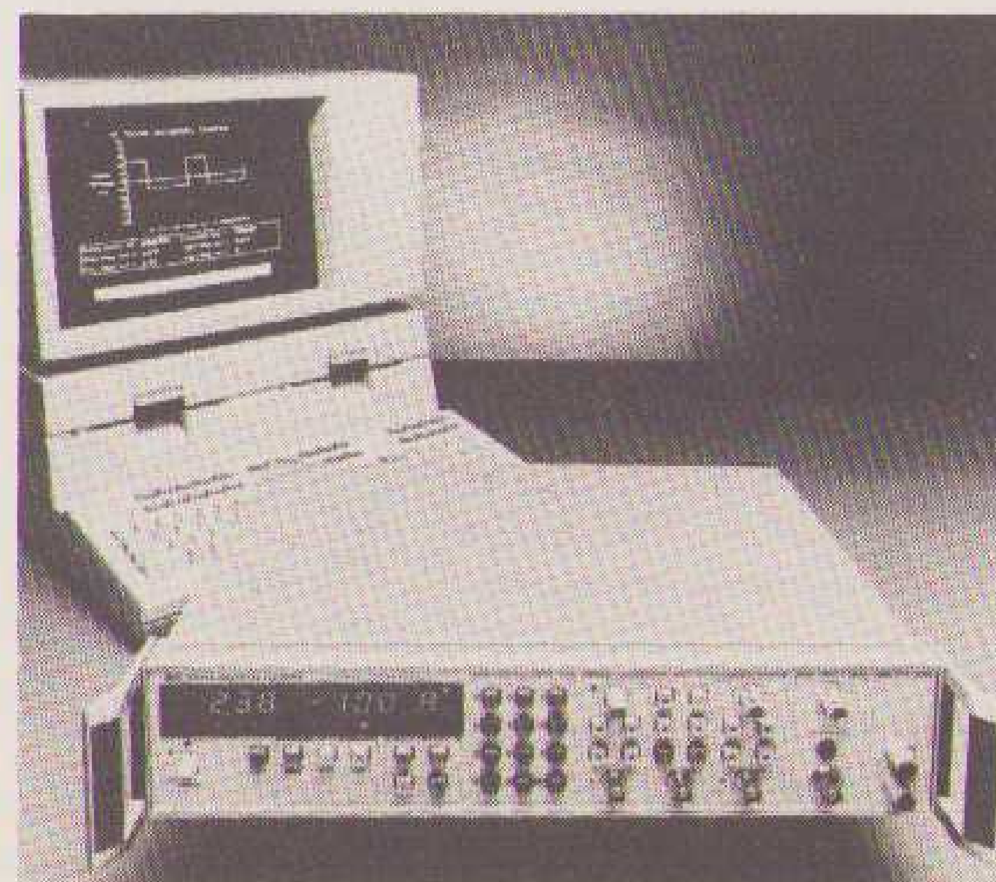
Op het gebied van frequentiemetingen heeft *Hewlett-Packard* onlangs enkele belangrijke uitbreidingen (4 nieuwe frequentietellers) van haar leveringsprogramma gerealiseerd. De nieuwe frequentietellers zijn:

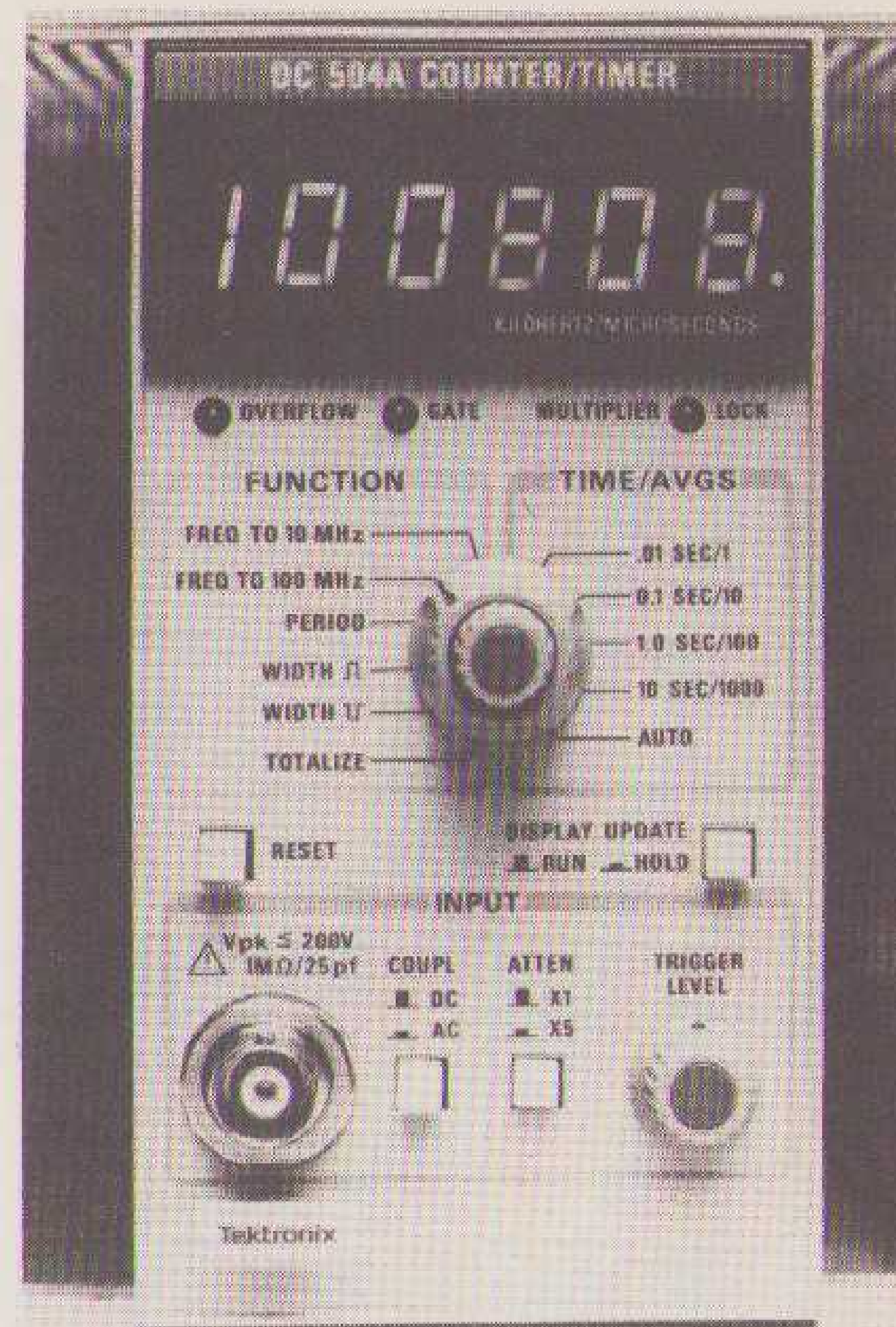
De HP 5334A - volautomatische 100 MHz teller.
De HP 5384A - universele teller.
De HP 5385A - universele teller.
De HP 5370B - tijd-interval teller.

De *HP 5334A* is de meest geavanceerde teller in deze nieuwe reeks. Dit instrument meet volledig automatisch (na een druk op de knop) frequentie, periode, stijgtijd, daaltijd, pulsbreedte en piek-tot-piek spanningen. Automatische triggering en ingangsverzwakking dragen verder bij tot het bedieningsgemak. Doordat 10 verschillende frontpaneelinstellingen in het geheugen bewaard kunnen worden kan de gebruiker zich tijd besparen tijdens het gebruik. Enkele kenmerken: 2 kanalen, 100 MHz, resolutie van 9 cijfers/seconde, een tijdintervalresolutie van 2 ns. en poorttijden van 1 ms tot 99,99 s. Door externe besturing en "gating" behoren interessante metingen (zoals het meten van de frequentie binnen een gepulsd HF-signaal) tot de mogelijkheden. De HP-IB (Hewlett-Packard Interface-Bus) is standaard. Hierdoor kan het instrument door een computer worden bestuurd en zijn geïntegreerde opstellingen met andere iEEE 488-instrumenten eenvoudig te realiseren. Deze frequentieteller is ideaal voor gebruik in meet- en testsystemen in laboratoria en bij productie.

De HP 5384A en 5385A zijn draagbare frequentietellers voor het low-cost marktsegment. De *HP5370B* is een universele tijd-interval teller. Een verbeterde versie van HP 5370A.

HEWLETT-PACKARD NED. B.V.
Van Heuven Goedhartlaan 121,
1181 KK Amstelveen.
Tel. 020 - 472021.



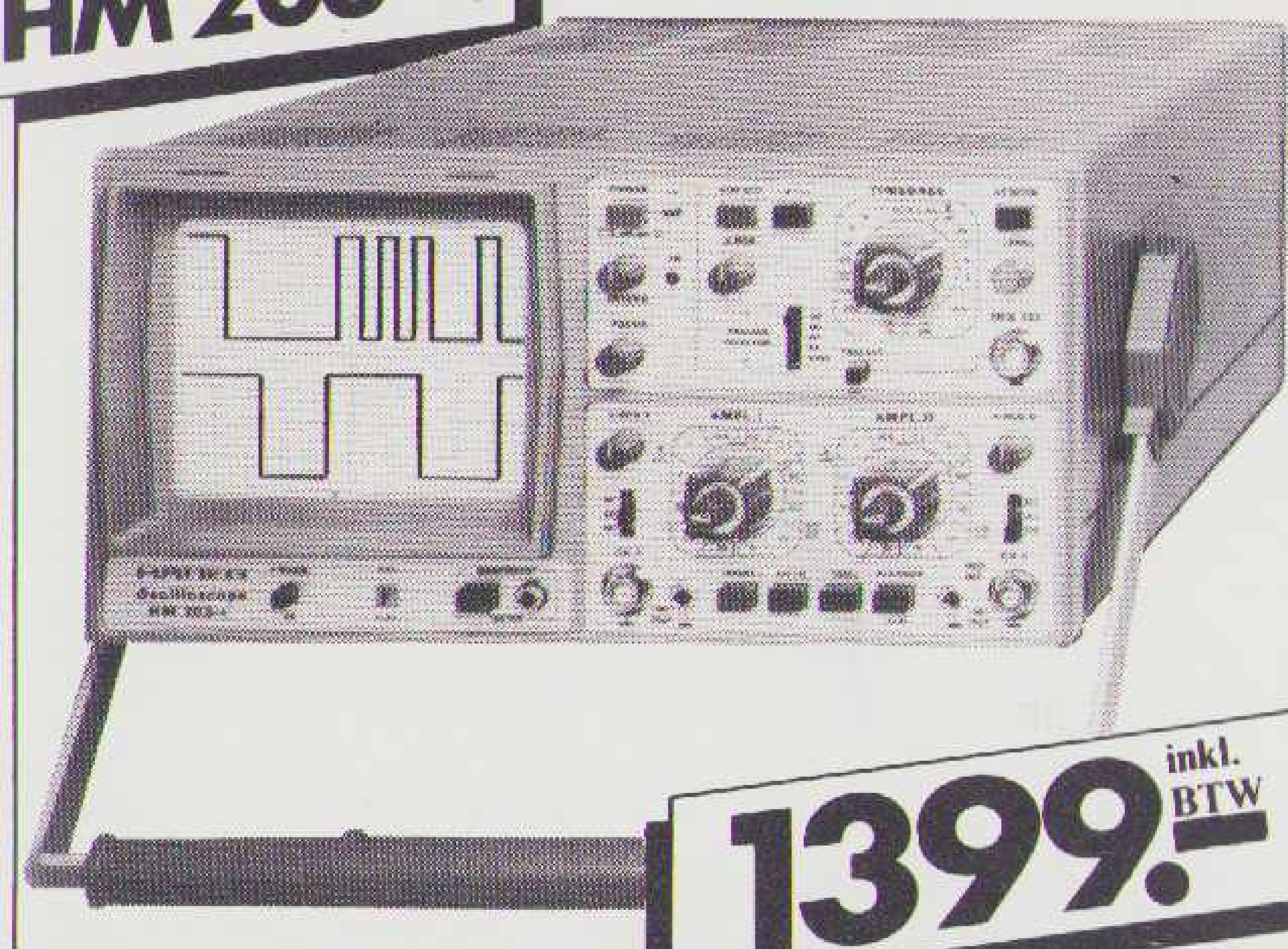


DIGITALE COUNTER/TIMER

Ten behoeve van de serie TM500 test- en meetinstrumenten brengt *Tektronix* een counter/timer unit. De nieuwe **DC504A** is een practisch instrument voor productielijntests, voor onderwijs en opleiding, voor service centra en ijklaboratoria. Het frequentiebereik is uitgebreid tot 100 MHz en een 10 MHz klok behoort tot de standaard uitvoering. Het instrument heeft autoranging, een 100 x resolutie vermenigvuldiger en meetperiode, gemiddelde periode, breedte en gemiddelde breedte. Het frequentiebereik loopt van DC tot 100 MHz met een interne, door 10 delende prescaler voor frequenties boven 10 MHz. De 10 MHz klokfrequentie geeft een single shot resolutie van 100 ns bij breedte- en periodemetingen; tot 100 ps bij repeterende signalen. De autorangingfunctie kiest automatisch de juiste poorttijd of het aantal gebeurtenissen om het hele display van zes digits te vullen tot een maximum van een 1 seconde poort of 100 gebeurtenissen gemiddeld. Voor frequenties tussen 10 Hz en 24 Hz geeft de 100 x resolutie vermenigvuldiger automatisch een resolutie van 0.01 Hz in één seconde of 0.001 Hz in 10 seconden. Een LED op het frontpaneel geeft aan wanneer de vermenigvuldiger in gebruik is. Bovendien doet de vermenigvuldiger dienst als laag-doorlaat filter, waardoor de gevoeligheid voor HF ruis wordt verminderd.

Tektronix Holland N.V.
Postbus 164,
1170 AD Badhoevedorp.
Tel. 02968 - 1456.

AIR PARTS



Er kan er maar één de beste zijn ...

HAMEG

oscilloscoop

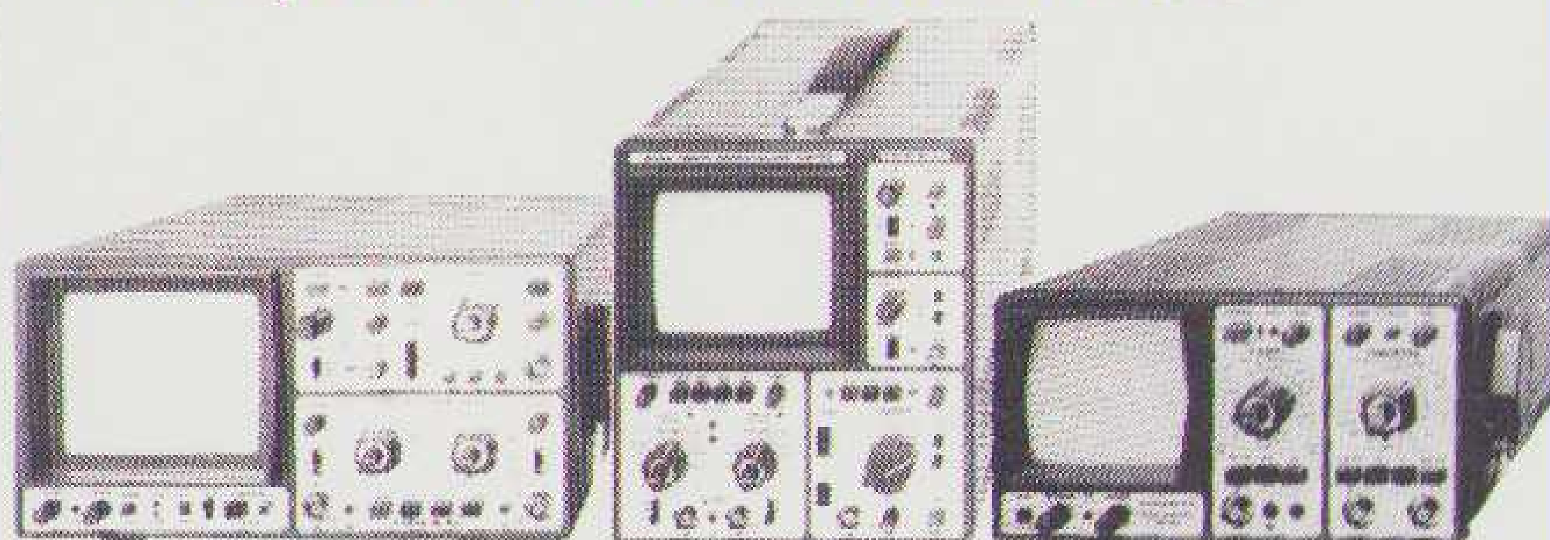
+

componenten tester

+

2 jaar garantie*

Uitgebreide technische informatie en lijst wederverkopers worden u op aanvraag toegestuurd.
*Ook op de KATHODESTRAALBUIS



model	frekw. gebied	gevoeligheid per div.	vertraagde tijdbasis	2-kan. X-Y som/diff	komp. tester	prijs inkl. BTW
HM 103	10 MHz	2 mV	nee	nee	ja	f 899,-
HM 203-4	20 MHz	2 mV	nee	ja	ja	f 1399,-
HM 204	20 MHz	2 mV	ja	ja	ja	f 1990,-
HM 605	60 MHz	1 mV	ja	ja	nee	f 2595,-
HM 705	70 MHz	2 mV	ja	ja	nee	f 3215,-

AIR PARTS ELECTRONICS

Alphen a/d Rijn Postbus 255 Tel. 01720-43221
Brussel Hamoirlaan 1 Bus 19 Tel. 02-2418130

113-15

VEELZIJDIG IN TEST- EN MEETAPPARATUUR

computer video shop bv

Computershop:
Hogewoerd 166 - 2311 HW Leiden - Tel. 071-126659
Computer Video Shop:
Paviljoensgracht 44-48 - 2512 BR 's-Gravenhage - Tel. 070-630019

Nu óók in Den Haag

■ Apple IIe 64 Kb	f 4.650,—
■ BBC/B 32K	f 2.295,—
■ Acorn Atorn 12 + 12K, incl. voeding en FP.ROM	f 949,—
■ Sinclair Spectrum 16Kb	f 599,—
■ Sinclair Spectrum 48Kb	f 799,—
■ Microline 80 printer 80 tps	f 1.099,—
■ Zenith ZVM-121-E monitor 12" groen	f 345,—
■ Cassetterecorder ITT/SL500	f 145,—
■ BBC/B softwarepakketten, vanaf	f 49,50
■ Acorn softwarepakketten, vanaf	f 29,50
■ Sinclair softwarepakketten, vanaf	f 25,—
■ Datalife in doos à 10 stuks	f 99,—
■ Verex P/10	f 79,—
■ Datacassettes à 5 stuks	f 22,25

Sinds 1 maart j.l. hebben wij de excl. Nederlandse rechten voor diverse Engelse software o.a. voor BBC, Atom en Spectrum. Prijzen op aanvraag.

Tevens leveren wij voor alle bovengenoemde computermerken de benodigde **uitbreidingen, supplies** en **literatuur!**

Genoemde prijzen zijn **incl. BTW.** Deze aanbieding is geldig t/m 30 september 1983 en vervangt onze voorgaande aanbieding.

Wij zijn natuurlijk bereid u van advies te dienen bij de aanschaf van uw computer, dus belt of schrijft u gerust voor nadere informatie; of, wat nog beter is, komt u even langs.

Bestel-/betaalwijze

1. Bij vooruitbetaling op Postgiro 5324197 t.n.v. Computer Video Shop b.v., te Leiden, o.v.v. het artikel van uw keuze.

2. Onder rembours. U betaalt aan de (post)bode*.
* Voor monitoren geldt een rembourstoeslag van f 15,—.

BESTELBON

Zend mij

□ .... f ....
□ .... f ....
□ .... f ....
■ Verzend- & administratiekosten ..... f 10,—

Het totaal bedrag ad. f ....

□ is overgemaakt per postgiro
□ betaal ik aan de (post)bode
S.v.p. duidelijk aangegeven wat u wenst te bestellen en via welke betaalwijze.

Naam: ____________________

Adres: ____________________

Postcode: ________ Woonplaats: ____________

Tel.: ____________ Handtekening: